



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS - CAMPUS II  
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA E CIÊNCIAS AMBIENTAIS



**DETERMINAÇÃO DE METODOLOGIA PARA GERMINAÇÃO E VIGOR DE  
SEMENTES DE *Cajanus cajan* (L.) Millspaugh**

Edlânia Maria de Souza

Areia - Paraíba

Fevereiro - 2016

Edlânia Maria de Souza

**DETERMINAÇÃO DE METODOLOGIA PARA GERMINAÇÃO E VIGOR DE  
SEMENTES DE *Cajanus cajan* (L.) Millspaugh**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à  
Coordenação do Curso de Graduação em  
Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da  
Universidade Federal da Paraíba (CCA/UFPB),  
Areia - PB, como parte dos requisitos para obtenção  
do título de Engenheira Agrônoma.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dra. Edna Ursulino Alves

Areia - Paraíba

Fevereiro - 2016

Edlânia Maria de Souza

**DETERMINAÇÃO DE METODOLOGIA PARA GERMINAÇÃO E VIGOR DE  
SEMENTES DE *Cajanus cajan* (L.) Millspaugh**

**Aprovado em 18 de fevereiro de 2016**

**COMISSÃO EXAMINADORA**

Prof<sup>a</sup>. Dra. Edna Ursulino Alves - UFPB/CCA  
Orientadora

Dra. Luciana Rodrigues de Araújo - UFPB/CCA  
Examinadora

Dra. Marina Matias Ursulino - UFPB/CCA  
Examinadora

“... O importante é ter fé.”

Autor Desconhecido

Aos meus pais:  
Espedito Bertoldo de Souza e  
Maria José de Souza

***DEDICO***

## AGRADECIMENTOS

Toda honra e glória seja dada a Deus, por ter realizado mais um sonho na minha, não foi fácil chegar até aqui, mas sem sua preciosa ajuda nada teria sido possível, obrigado Meu Deus porque suas promessas se cumprem na minha vida.

A Universidade Federal da Paraíba, especificamente ao Centro de Ciências Agrárias, por ter me proporcionado uma formação profissional.

Ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), pela concessão da bolsa durante um longo período da minha graduação.

Aos meus pais que sempre estiveram ao meu lado, me dando apoio para que eu chegasse até aqui, em especial a minha mãe que nunca mediu esforços para a realização desse meu sonho.

A Professora Edna Ursulino Alves por ter aceitado me orientar nesse trabalho de conclusão de curso, que quando mais precisei me recebeu de braços abertos e sempre esteve disponível para esclarecer todas as dúvidas. Sou grata a tudo que a senhora fez por mim, a essa grande profissional e pessoa, que diretamente contribuiu para a minha formação profissional.

Aos meus colegas de Graduação, da turma de Agronomia 2011.1, os quais foram essências na minha formação profissional, entre eles: José Gomes, Natan, Raylson, “Tífica”, Neto, Felipe, Ernandes, Josévaldo, João Pedro, José Ronaldo, nunca vou esquecer o que vocês fizeram por mim durante toda minha graduação, nunca mediram esforços para me ajudar, as noites de estudos vou ter sempre em minha memória, das palavras de apoio quando mais precisei e por sempre ter a certeza que podia contar com vocês.

Meu agradecimento de forma muito especial vai para minha amiga Maria Lúcia, pela incalculável contribuição para minha formação, pela grande contribuição neste trabalho. Sou grata a Deus, por ter colocado você em minha vida, por poder compartilhar as minhas conquistas com você, sempre esteve ao meu lado me dando apoio e quando mais preciso está comigo, nunca mediu esforços para me ajudar, obrigada “Lú” não sei como te agradecer; a Mercês por te ajudado na condução do trabalho, Flávio Ricardo pela contribuição para a realização desse trabalho, a Dra. Luciana Rodrigues de Araújo pela incalculável contribuição para a conclusão desse trabalho, pela amizade, confiança e acolhimento e a Marina Matias pela contribuição ao trabalho; e aos demais pela convivência.

Aos funcionários do Laboratório de Análise de Sementes, Antônio Alves de Lima, Rui Barbosa da Silva e Severino Francisco dos Santos, pela boa vontade em me ajudar sempre que precisei.

Aos meus irmãos que sempre estiveram ao meu lado dando todo o apoio necessário para a realização desse sonho.

A minha amiga-irmã Gabriela Torres, que convivi quatro anos e meio da minha graduação, obrigado por sempre estar ao meu lado quando mais precisei compartilhar comigo todos os momentos da minha vida, ter me aguentado durante todo esse tempo. Chega um ano de mudanças nas nossas vidas em que cada uma começa a escrever mais um capítulo, saiba o quanto você foi importante durante todo esse tempo e que nossa amizade permaneça.

A minha amiga “*Thamy Cat*” que Deus me deu a oportunidade de conviver por um período de três anos, a qual sempre esteve ao meu lado quando precisei e torceu pelo meu sucesso, nunca vou esquecer da nossa Eterna Família.

As amizades, que compartilhamos bons momentos durante toda minha graduação, não poderia esquecer de vocês: Carol, Verônica, Amanda, Michelly e Daya.

Ao meu namorado Rafael Ícaro, por todo apoio durante o período que mais precisei, por toda preocupação e compreensão, saiba o quanto você foi importante para mim durante a realização desse trabalho.

A minha prima-irmã Mayara, por sempre está ao meu lado durante os momentos que precisei, me escutar todos os finais de semana, não sei como agradecer por tudo que você fez por mim; a minha amiga “Gil” que a distância não foi capaz de nos separar e que sempre teve aquela palavra de incentivo.

Enfim, a todos que direta ou indiretamente contribuíram para esta realização, muito obrigada!

## SUMÁRIO

	<b>Pág.</b>
<b>Lista de Figuras.....</b>	<b>ix</b>
<b>Resumo.....</b>	<b>xi</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>xii</b>
<b>1. Introdução.....</b>	<b>1</b>
<b>2. Revisão de Literatura.....</b>	<b>3</b>
2.1. Descrição da espécie.....	3
2.2. Temperatura.....	4
2.3. Volumes de água.....	6
2.4. Estresse hídrico.....	7
2.5. Estresse salino.....	8
<b>3. Material e Métodos.....</b>	<b>11</b>
3.1. Local de realização dos experimentos.....	11
3.2. Experimento I - Volumes de água.....	11
3.3. Experimento II - Estresse hídrico.....	12
3.4. Experimento III - Estresse salino.....	12
3.5. Determinações e testes realizados.....	13
3.6. Delineamento experimental e análise estatística.....	14
<b>4. Resultados e Discussão.....</b>	<b>15</b>
4.1. Experimento I - Volumes de água.....	15
4.2. Experimento II - Estresse hídrico.....	<b>23</b>
4.3. Experimento III - Estresse salino.....	<b>31</b>
<b>5. Conclusões.....</b>	<b>37</b>
<b>6. Referências Bibliográficas.....</b>	<b>38</b>



## Lista de Figuras

Figura 1.	Germinação de sementes de <i>Cajanus cajan</i> submetidas a diferentes temperaturas e volumes de água no substrato.....	15
Figura 2.	Primeira contagem de germinação de sementes de <i>Cajanus cajan</i> submetidas a diferentes temperaturas e volumes de água no substrato.....	17
Figura 3.	Índice de velocidade de germinação de sementes de <i>Cajanus cajan</i> submetidas a diferentes temperaturas e volumes de água no substrato.....	19
Figura 4.	Comprimento de parte aérea de plântulas de <i>Cajanus cajan</i> oriundas de sementes submetidas a diferentes volumes de água no substrato temperaturas.....	20
Figura 5.	Comprimento da raiz primária de plântulas de <i>Cajanus cajan</i> oriundas de sementes submetidas a diferentes volumes de água no substrato e temperaturas.....	21
Figura 6.	Massa seca de parte aérea de plântulas de <i>Cajanus cajan</i> oriundas de sementes submetidas a diferentes volumes de água no substrato e temperaturas.....	22
Figura 7.	Massa seca de raízes de plântulas de <i>Cajanus cajan</i> , oriundas de sementes submetidas a diferentes volumes de água no substrato e temperaturas.....	23
Figura 8.	Germinação de sementes de <i>Cajanus cajan</i> submetidas a estresse hídrico em diferentes temperaturas.....	24
Figura 9.	Primeira contagem de germinação de sementes de <i>Cajanus cajan</i> submetidas a estresse hídrico em diferentes temperaturas.....	25
Figura 10.	Índice de velocidade de germinação de sementes de <i>Cajanus cajan</i> submetidas a estresse hídrico em diferentes temperaturas.....	26

Figura 11.	Comprimento de parte aérea de plântulas de <i>Cajanus cajan</i> , oriundas de sementes submetidas a estresse hídrico em diferentes temperaturas.....	27
Figura 12.	Comprimento da raiz primária de plântulas de <i>Cajanus cajan</i> , oriundas de sementes submetidas a estresse hídrico em diferentes temperaturas.....	28
Figura 13.	Massa seca de parte aérea de plântulas de <i>Cajanus cajan</i> , oriundas de sementes submetidas a estresse hídrico em diferentes temperaturas.....	30
Figura 14.	Massa seca das raízes de plântulas de <i>Cajanus cajan</i> , oriundas de sementes submetidas a estresse hídrico em diferentes temperaturas.....	30
Figura 15.	Germinação de sementes de <i>Cajanus cajan</i> submetidas ao estresse salino em diferentes temperaturas.....	31
Figura 16.	Primeira contagem de germinação de sementes de <i>Cajanus cajan</i> submetidas ao estresse salino em diferentes temperaturas.....	32
Figura 17.	Índice de velocidade de germinação de sementes de <i>Cajanus cajan</i> submetidas ao estresse salino em diferentes temperaturas.....	33
Figura 18.	Comprimento de parte aérea de plântulas de <i>Cajanus cajan</i> oriundas de sementes submetidas ao estresse salino em diferentes temperaturas.....	34
Figura 19.	Comprimento de raiz primária de plântulas de <i>Cajanus cajan</i> oriundas de sementes submetidas ao estresse salino em diferentes temperaturas.....	35
Figura 20.	Massa seca de plântulas de <i>Cajanus cajan</i> , oriundas de sementes submetidas ao estresse salino em diferentes temperaturas.....	36
Figura 21.	Massa seca de raízes de plântulas de <i>Cajanus cajan</i> , oriundas de sementes submetidas ao estresse salino em diferentes temperaturas.....	37

SOUZA, E.M. **DETERMINAÇÃO DE METODOLOGIA PARA GERMINAÇÃO E VIGOR DE SEMENTES DE *Cajanus cajan* (L.) Millspaugh**. 61 fls. Areia - PB: Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, 2016.

## RESUMO

*Cajanus cajan* (L.) Millspaugh, popularmente conhecido como feijão-guandu é uma Fabaceae que foi introduzida no Brasil por se desenvolver bem em solos pobres, ser resistente à seca, além de ser adaptada às condições climáticas do país. Dessa forma o objetivo nesse trabalho foi determinar uma metodologia para realização de testes de germinação e vigor de sementes de feijão-guandu, bem como verificar o desempenho das mesmas quando submetidas estresses hídrico e salino em diferentes temperaturas. O trabalho foi realizado no Laboratório de Análise de Sementes, do Centro de Ciências Agrárias, da Universidade Federal da Paraíba, em Areia - PB, em delineamento experimental inteiramente ao acaso. No primeiro experimento avaliou-se diferentes volumes de água para umedecimento do substrato (2,0; 2,5; 3,0; 3,5 e 4,0 vezes o peso do substrato seco) e temperaturas alternada de 20-30 °C e constante de 25, 30 e 35°C. No segundo experimento foi simulado a condição de estresse hídrico com soluções de polietilenoglicol 6000 (PEG 6000) em seis potenciais osmóticos 0,0 (controle); -0,2; -0,4; -0,6; -0,8 e -1,0 MPa nas temperaturas de 20, 25, 30 e 35 °C. No terceiro experimento as sementes foram submetidas a soluções de cloreto de sódio (NaCl), utilizando-se seis níveis de salinidade: 0,0 (controle); 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m<sup>-1</sup> nas três temperaturas 20-30 °C alternada e 25, 30 °C constante. Para avaliação do efeito dos tratamentos as sementes foram submetidas a determinação do teor de água, a testes de germinação e vigor (primeira contagem, índice de velocidade de germinação, comprimento e massa seca de raízes e parte aérea). O umedecimento do substrato com volumes de água de 2,81 e 3,5 vezes o peso seco do substrato, nas temperaturas de 30 e 35 °C, respectivamente é indicado para avaliação da germinação e vigor das sementes de feijão-guandu. Em relação ao estresse hídrico na temperatura de 20 °C a capacidade germinativa desta espécie foi reduzida com a diminuição ao potencial osmótico a partir de 0,2 MPa, nesse mesmo estudo observou-se menor influência no vigor das sementes quando estas se encontravam na temperatura de 30 °C até o potencial de -0,6 MPa. O aumento nos níveis de salinidade prejudica a germinação e o vigor das sementes de feijão-guandu, principalmente na temperatura de 25 °C.

**Palavras-chave:** Feijão-guandu, volume de água, estresse hídrico, estresse salino.

SOUZA, E.M. **DETERMINATION METHODS FOR GERMINATION AND SEED VIGOR** *Cajanus cajan* (L.) Millspaugh. 61 fls. Areia - PB: Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, 2016.

### ABSTRACT

*Cajanus cajan* (L.) Millspaugh, popularly known as pigeon pea is a Fabaceae that was introduced in Brazil for reasons like well development on poor soils conditions, resistance to drought, and its adaptation to the climatic conditions of the country. Thus the goal in this study was to determine a methodology for conducting germination and vigor tests of pigeon pea seeds and verify the performance of those tests by water and salt stress at different temperatures. The study was conducted at the Seed Analysis Laboratory of the Center for Agricultural Sciences, Federal University of Paraíba, in Areia - PB, in a completely randomized experimental design. In the first experiment it was evaluated different volumes of water for wetting the substrate (2,0; 2,5; 3,0; 3,5 and 4,0 times the dry weight of the substrate) and alternating temperatures of 20-30 ° C and constant 25, 30 and 35 ° C. In the second experiment it was simulated water stress condition with polyethylene glycol solutions 6000 (PEG 6000) in six osmotic potential 0,0 (control); -0,2; -0,4; -0,6; -0,8 And -1,0 MPa at temperatures of 20, 25, 30 and 35 ° C. In the third experiment, seeds were subjected to sodium chloride solution (NaCl), using six salinity levels: 0,0 (control); 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 and 10,0 dS m<sup>-1</sup> at three temperatures 20-30 ° C (alternated) and 25 ac, 30 ° C constant. To evaluate the effect of treatments on the seeds it was determined the seed water content, germination and vigor tests (first count, germination speed index, length and dry weight of roots and shoots). The wetting the substrate with water volumes of 2,81 and 3,5 times the dry weight of the substrate at temperatures of 30 and 35 ° C respectively is indicated for germination and vigor of pigeon pea seeds. In relation to water stress in 20 ° C the germination of this species was reduced with decreasing the osmotic potential from 0,2 MPa, that same study found less influence on seed vigor when they were in the temperature 30 ° C until the potential of -0,6 MPa. The increase in salinity levels affect seed germination and vigor of pigeon pea seeds, especially around 25 ° C.

**Keywords:** Feijão-guandu, volume of water, hydric stress, salt stress

## 1. Introdução

O feijão-guandu [*Cajanus cajan* (L.) Millspaugh], da família Fabaceae, subfamília Faboideae (SANTOS, 2000) é uma leguminosa de porte arbustivo, anual ou semiperene, podendo atingir até quatro metros de altura, sendo uma cultura de grande importância para vários países, destacando-se os asiáticos e africanos, nos quais é consumida em grande escala, por ser considerada a base da alimentação humana e também pela grande importância na alimentação animal devido ao alto valor protéico de suas folhas e ramos, bem como sua alta palatabilidade (AZEVEDO et al., 2007). Ainda segundo o autor, no Brasil o cultivo dessa leguminosa é realizado principalmente em quintais domésticos de muitas cidades do Nordeste, sendo o mesmo consumido em pequena escala, cujos grãos ainda verdes são comercializados em feiras livres e usados na alimentação animal.

A sua origem ainda é incerta, mas provavelmente tenha sido na Índia, onde o feijão-guandu é bastante cultivado (WERNER, 1979), ou originário da África, de onde teria seguido para Índia e, em seguida introduzido na América Central e do Sul (WUTKE, 1987). No Brasil essa cultura foi introduzida devido ao fato de se desenvolver muito bem em solos pobres, resistente à seca, além de ser uma cultura que se adaptou muito bem às condições climáticas do país (ALCÂNTARA e BUFARAH, 1988; ALVES e MEDEIROS, 1997).

A sua utilização é vasta, podendo ser empregado para diferentes fins, como por exemplo, para melhorar às condições dos solos, recuperar áreas degradadas, sendo utilizada como planta fitorremediadora, na renovação de pastagem, na forma de forragem, além de ser utilizada principalmente em grande escala na alimentação humana (AZEVEDO et al., 2007). O feijão-guandu no Brasil é uma boa alternativa para o sistema agrícola de base familiar, principalmente no semiárido brasileiro, uma vez que a espécie se adapta bem às condições climáticas desta região (AZEVEDO et al., 2007).

O conhecimento das condições ideais para a germinação de sementes de cada espécie é essencial, principalmente pelos diferentes resultados que se pode obter devido aos diversos fatores como volume de água no substrato, temperatura, déficit hídrico e salinidade, uma vez que a ausência ou excesso de umidade no substrato pode resultar em efeito negativo sobre a germinação, portanto a quantidade de água necessária no substrato é um dos fatores essenciais no processo germinativo (BRASIL, 2009; CARVALHO e NAKAGAWA, 2012).

A absorção de água durante a germinação de sementes é fundamental, de modo que a mesma deve atingir um teor mínimo de umidade, que varia de acordo com a espécie, sendo mais elevado para aquelas, cujo tecido de reserva é parte do embrião, tais como algodão - *Gossypium hirsutum*, amendoim - *Arachis hypogaea*, soja - *Glycine max* e feijão - *Phaseolus vulgaris* (POPINIGIS, 1985).

A temperatura também atua diretamente na germinação de sementes, de maneira que aquela ideal para cada cultura determinará maior porcentagem e índice de velocidade de germinação em curto espaço de tempo (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012). Nesse sentido, a temperatura ótima para a germinação de sementes da maioria das espécies subtropicais e tropicais varia entre 15 e 30 °C, enquanto a máxima varia entre 35 e 40 °C, tornando-se o ponto crítico porque acima dessa temperatura não ocorre germinação (MARCOS FILHO, 2005).

Em ambiente de laboratório é possível simular condições de estresse para a germinação de sementes, uma vez que o estresse hídrico e salino são condições que as sementes podem encontrar no campo (PELEGRINI et al., 2013). Quando o meio em que a semente se encontra possui um potencial hídrico muito negativo a germinação pode ser inibida pela falta de absorção da água pela semente (ROSA et al., 2005). Além do estresse hídrico, a alta concentração de sais é um grande problema para a germinação das sementes, uma vez que promove um grande estresse para as plantas, o qual diminui o potencial osmótico do solo, dificultando totalmente a absorção de água pelas raízes e aumentando a concentração de íons no protoplasma (AMORIM et al., 2002), prejudicando o crescimento da planta, resultando em plantas mal formadas, com modificações na sua morfologia e estrutura.

Diante do exposto, o trabalho foi realizado com o objetivo de determinar uma metodologia para realização de testes de germinação e vigor de sementes de feijão-guandu, bem como verificar o desempenho das mesmas quando submetidas ao condição de estresse hídrico e salino em diferentes temperaturas.

## 2. Revisão de Literatura

### 2.1. Descrição da espécie

O feijão-guandu [*Cajanus cajan* (L.) Millspaugh] é uma planta ereta e arbustiva, pertencente à família Fabaceae e à subfamília Faboideae, tendo duas variedades botânicas reconhecidas (bicolor e flavus), as quais diferem entre si pelo ciclo de desenvolvimento, coloração da flor e da vagem; entre os cultivares de feijão-guandu existe uma ampla variação em relação à altura máxima (um a quatro metros), ao potencial produtivo de fitomassa e de grãos e nas características das vagens e sementes (SOUZA et al., 2007). Quanto às variações genéticas merece ser destacado que mesmo sendo uma planta autógama há uma taxa de cruzamento natural (até 70%) bastante alta (SOUZA et al., 2007; AMABILE et al., 2000).

A espécie possui caule ereto e cilíndrico, os ramos jovens são angulosos e flexíveis com folhas trifolioladas com pequenas glândulas na superfície, cujas flores são de coloração amarela a amarelo estriado de vermelho variando sua intensidade (PEREIRA, 1985), sendo que o florescimento ocorre até 120 dias após a semeadura em uma faixa de temperatura de 20 e 40 °C (BOGDAN, 1977).

O feijão-guandu possui os seguintes nomes comuns nos mais variados lugares do globo: guandul, paraguay, sachacafé, falso café, arveja (Argentina), feijão-guandu, guandu (Brasil), quinchoncho (Venezuela), frijol de árbol (México), cumandái (Paraguai), red gram, tur, arhar, dahl (Índia), pigeonpea (Austrália), pois d'angole (países de língua francesa), Puerto Rican bean, pigeon pea (Havaí) (AZEVEDO et al., 2007).

No Brasil esta cultura foi introduzida pela rota dos escravos, nos navios negreiros procedentes da África, tornando-se amplamente distribuída e seminaturalizada na região tropical (SEIFFERT e THIAGO, 1983). A sua introdução foi devido à resistência à seca e a capacidade de se desenvolver em solos pobres, tendo bons resultados como fornecedora de massa verde nos pastos em períodos de chuvas escassas, além de ser planta muito versátil, adaptada às condições climáticas do país, utilizada também na rotação de culturas (ALVES e MEDEIROS, 1997). A espécie consegue sobreviver em solos pobres (ABRUNA et al., 1984), adaptando-se aos mais diversos tipos, se desenvolvendo em faixas com pH de 5,0 a 7,0 (NENE et al., 1990).

A utilização do feijão-guandu é bastante diversificada, podendo ser adotada como planta que proporciona melhorias no solo, adubo verde (FARIAS, 2012), em rotação de culturas (inclusive com gramíneas em pastagens), recuperação de áreas degradadas (BELTRAME e RODRIGUES, 2008; RAYOL e ALVINO-RAYOL, 2012), planta fitorremediadora, renovação de pastagens degradadas, manejo de nematoides em cultivos anuais (ARAÚJO FILHO et al., 2010), uso na alimentação animal (FONSECA et al., 1995; MIZUBUTI et al., 1995; PALUDO et al., 2012) e na alimentação humana (CANNIATTI-BRAZACA et al., 1996; AZEVEDO et al., 2007; SOUZA et al., 2007).

Na alimentação humana, mundialmente ocupa o sexto lugar dentre as leguminosas produtoras de grãos (PONS, 2002), uma vez que sua composição têm um elevado teor protéico, semelhante ao de outras espécies leguminosas, dentre elas o feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.), além de possuírem teores expressivos de cálcio, ferro, magnésio e fósforo, por isso no Brasil a espécie é encontrada com grande frequência em todo o território, principalmente nos quintais domésticos de muitas cidades do interior do Nordeste, cujos grãos ainda verdes são comercializados em feiras livres, tornando-se uma excelente fonte de renda (AZEVEDO et al., 2007).

O feijão-guandu vem se destacando como forrageira com potencial para suprir as necessidades deixadas pelas gramíneas tropicais e temperadas nos períodos críticos de produtividade, devido as suas características morfológicas, fisiológicas, potencial produtivo e nutricional, por fornecer forragem de qualidade mesmo nos períodos secos porque está sempre verde, mantém sua produtividade, palatabilidade e aceitação pelos animais (RODRIGUES et al., 2004; BENEDETTI, 2005).

Entre as espécies de plantas que descompactam o solo, essa cultura se destaca pelo seu sistema radicular profundo, capaz de se desenvolver em solos com tendência em formar crosta na superfície (CANNIATTI-BRAZACA et al., 1996), com bom potencial na absorção de água e possibilidade de reciclagem de nutrientes das camadas mais profundas (ALVARENGA et al., 1995).

## **2.2. Temperatura**

A temperatura é um fator ambiental de grande influência sobre o processo germinativo, refletindo tanto na porcentagem quanto na velocidade de germinação



devido a velocidade de absorção de água e as reações bioquímicas que determinam todo o processo, assim, quanto maior for a temperatura até dentro de certo limite mais rápido será a germinação e eficiente será o processo germinativo (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012).

Na literatura há relatos de três pontos críticos de temperatura para a germinação das sementes, ou seja mínima, máxima e ótima, sendo a temperatura mínima aquela abaixo da qual não há germinação visível em período razoável de tempo, na máxima não há germinação e a temperatura ótima é aquela em que o número máximo de sementes germina num período de tempo mínimo (BEWLEY e BLACK, 1994). A temperatura ótima para a germinação da maioria das sementes encontra-se numa faixa entre 15 e 30 °C e a máxima na faixa de 35 a 40 °C (OLIVEIRA, 2007).

A temperatura também é fundamental para o desenvolvimento da raiz primária durante a germinação, a qual tem um papel crucial no processo de estabelecimento da plântula no ambiente, sendo esta estrutura diretamente afetada por temperaturas inadequadas (LARCHER et al., 2003). O intervalo de 20 a 30 °C também foi considerado como o adequado para a germinação das sementes de várias espécies subtropicais e tropicais (BRANCALION et al., 2010).

A resposta germinativa pode ser ainda mais favorável para sementes de determinadas espécies, dependendo da condição de exposição à temperatura testada (constante ou alternada), sendo que as temperaturas máximas aumentam a velocidade de germinação, mas somente as sementes mais vigorosas conseguem germinar, enquanto as temperaturas mínimas reduzem a velocidade de germinação e alteram a uniformidade de emergência, na qual maioria das micrófitas em temperaturas baixas se encontram estáticas (metabolismo reduzido) não possuem atividade, ficando difícil compreender a atuação na redução da germinação (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012).

Entre os diversos estudos avaliando o efeito da temperatura sobre a germinação e vigor das sementes, cita-se Vaz-de-Melo et al. (2012) que verificaram que as temperaturas de 20 e 35 °C constantes proporcionaram efeito negativo na porcentagem e velocidade de germinação, assim como no crescimento das plântulas de milho-pipoca (*Zea mays* L.). Amaro et al. (2014) avaliando o efeito das temperaturas constantes de 25 e 30 °C e alternada de 20-30 °C sobre a germinação e vigor de sementes de melão (*Cucumis melo* L.) recomendaram a temperatura de 30 °C como a mais adequada para a germinação.

Em sementes de gergelim (*Sesamum indicum* L.) a temperatura de 30 °C favoreceu o maior desempenho germinativo, porém a temperatura de 25 °C foi a que proporcionou maior comprimento da parte aérea (MEDEIROS et al, 2015). Também Oliveira Junior et al. (2015) recomendaram a temperatura de 25 °C como a melhor para a germinação de sementes de pitaya vermelha (*Hylocereus undatus* Haw.) e relataram que na temperatura de 20 °C a germinação foi inibida.

### **2.3. Volumes de água**

A disponibilidade de água é um dos fatores mais importantes para o desenvolvimento de uma espécie, podendo ser um elemento limitante na produção agrícola porque determina o cultivo de espécies em diferentes regiões (MORANDO et al., 2014). Na germinação de sementes, a baixa disponibilidade de água pode prejudicar o desenvolvimento da cultura, de modo que vai refletir na sua produtividade, podendo provocar até morte das plântulas (SILVA e PRUSKI, 1997). Por outro lado, o excesso de umidade na germinação das sementes pode ser prejudicial, uma vez que limita a entrada de oxigênio nas sementes, ocasionando a diminuição no processo de respiração, provocando atrasos ou paralisações no desenvolvimento das plântulas, causando anormalidades e proporcionando a morte das sementes (MARCOS FILHO, 2005).

Uma das fases mais importantes para a sobrevivência de uma espécie vegetal é o período de germinação porque pode ser influenciada pelas condições do meio em que esta se encontra, uma vez que a temperatura e disponibilidade de água podem se tornar agentes limitantes para o crescimento e sobrevivência de uma espécie (BLAKE, 1983).

Para testes de germinação em laboratório utilizando o substrato papel, as indicações da quantidade de água para o seu umedecimento ainda são vagas, na qual suas indicações para os testes seriam volumes de água equivalentes a 2,0-2,5 e 2,5-3,0 vezes o peso do papel seco (BRASIL, 2009). Desta forma o mesmo autor recomenda as seguintes temperaturas para a germinação das sementes de feijão-guandu, 20-30, 25 e 30 °C e, com relação ao volume de água não existe recomendações ideais, que favoreçam a realização do teste de germinação em papel toalha.

Na literatura estão disponíveis poucos estudos referentes ao volume de água no substrato para germinação de sementes de algumas espécies agrícolas (RAMOS et al.,

2006). Para germinação de sementes de amendoim (*Arachis hypogaea* L.), Tanaka et al. (1991) recomendaram o volume de água equivalente a 2,17 vezes o peso do substrato seco na temperatura de 30 °C. Com relação a germinação de sementes de algodão (*Gossypium hirsutum* L), Novembre e Marcos Filho (1999) afirmaram que o melhor volume de água para o umedecimento do substrato rolo de pano foi de 2,5 vezes na temperatura de 25 °C, enquanto para sementes de maxixe (*Cucumis anguria* L.) Gentil e Torres (2001) constataram que o volume de água de 1,0 a 2,5 na temperatura de 25 °C, foi o tratamento que proporcionou maior porcentagem de germinação.

Em um estudo com cabacinha (*Luffa operculata* (L.) Cong.), Araújo et al. (2014) indicaram o volume de água de 2,0 vezes o peso seco do substrato como sendo o mais adequado para testes de germinação, enquanto Amaro et al. (2014) recomendaram o volume de água equivalente a 1,0 vez o peso do substrato seco na temperatura de 30 °C e 3,0 vezes o peso do substrato seco nas temperaturas de 25 e 20-30 °C para sementes de melão (*C. melo*).

Para pitaya vermelha (*H. undatus*) a temperatura de 25 °C e o volume de água na faixa de 2,5 e 3,5 vezes o peso do substrato foi a combinação mais adequada para a condução dos testes de germinação e vigor, observando-se que a temperatura de 20 °C e o volume de água de 1,5 vezes o peso do substrato inibiu a germinação (OLIVEIRA JUNIOR et al., 2015).

## **2.4. Estresse hídrico**

A disponibilidade de água está entre os fatores ambientais mais importantes no processo de germinação e desenvolvimento de plântulas, tendo em vista que a fase inicial é mais sensível ao déficit hídrico, prejudicando o estabelecimento das mesmas (BLAKE, 1993), uma vez que no processo de germinação a água está envolvida direta ou indiretamente em todas as outras fases subsequentes do metabolismo da planta (STEFANELLO et al., 2006).

Nesse sentido, potenciais muito baixos, especialmente no início da embebição das sementes, influenciam na absorção de água retardando a sequência dos eventos germinativos (BANSAL et al., 1980), uma vez que a disponibilidade de água é a principal condição para que haja germinação de sementes viáveis, portanto, espécies que conseguem

resistir às variações do potencial hídrico são mais resistentes, possuindo vantagens ao estabelecer suas plântulas em lugares onde espécies mais sensíveis não conseguem germinar (BEWLEY e BLACK, 1994).

Em condições de laboratório é possível realizar estudos de germinação de sementes simulando estresse hídrico com diferentes soluções aquosas, dentre elas estão o manitol e polietilenoglicol (PEG 6000) com a finalidade de simular as condições de estresse e conhecer espécies mais tolerantes a baixa disponibilidade de água (SANTOS, 1992). O estresse é considerado um desvio significativo das condições ótimas para a vida, induzindo mudanças e respostas em todos os níveis funcionais do organismo, podendo ser reversíveis, ou tornarem-se permanentes (PELEGRINI et al., 2013).

O polietilenoglicol (PEG 6000) é um dos agentes osmóticos mais utilizados, principalmente por ser quimicamente inerte e não tóxico às sementes devido o seu alto peso molecular e, portanto, de difícil absorção, de forma que tem proporcionado restrição hídrica às sementes, dependendo da concentração, simulando condições de déficit encontrado no campo (VILLELA et al., 1991).

A intensidade da resposta germinativa ao estresse hídrico é variável entre as espécies, sendo divergente a faixa de potencial hídrico em que ocorre a inibição da germinação (Bewley e Black, 1994). Estudando sementes de crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) Teixeira et.al. (2011) verificaram que potenciais osmóticos iguais ou inferiores a -0,2 MPa foram prejudiciais a germinação das sementes, não havendo desenvolvimento de plântulas normais em potenciais inferiores a -0,6 MPa.

Para sementes de canola (*Brassica napus* L. var. Oleira Moench.) a redução da disponibilidade hídrica do substrato a partir de -0,2 MPa prejudicou a germinação e o vigor, verificando-se que o comprimento de parte aérea é mais sensível que o comprimento de raiz das plântulas em condições de restrição hídrica (SANTOS et al., 2012). Ao avaliar o efeito do estresse hídrico sobre a germinação e o vigor de sementes de milho-pipoca (*Z. mays*) Vaz-de-Melo et al. (2012) verificaram que os potenciais osmóticos abaixo de -0,4 MPa resultaram em menor velocidade de germinação.

## 2.5. Estresse salino

A alta concentração de sais é uma das causas de grande estresse para as plantas porque o excesso de sal vai reduzir o potencial osmótico retendo água, além da ação dos íons sobre o protoplasma (CONUS et al., 2009). Quando há aumento na salinidade ocorre a diminuição do potencial osmótico do solo, dificultando a absorção de água pelas raízes, que vai interferir no seu desenvolvimento (AMORIM et al., 2002). Dessa forma, o estresse salino prejudica o desenvolvimento e a produtividade, podendo causar até a morte das plântulas (SILVA e PRUSKI, 1997).

A dificuldade das sementes germinarem com o aumento da salinidade pode está ligada à redução do potencial que libera um efeito tóxico produzido ao atravessar as membranas celulares (SILVA et al., 2008). Dentre os métodos mais difundidos para determinação da tolerância das plantas ao excesso de sais está a observação da porcentagem de germinação em substratos salinos (LIMA e TORRES, 2009), que podem ser simulados por vários agentes osmóticos, a exemplo do cloreto de cálcio ( $\text{CaCl}_2$ ) e sódio ( $\text{NaCl}$ ), devido ao fato de a salinidade afetar negativamente o crescimento e desenvolvimento das plantas, cujos efeitos dependem não apenas da espécie vegetal, mas também do tipo de sal existente no solo (PRISCO, 1980).

Assim, a redução do poder germinativo, em comparação com o controle serve como um indicador do índice de tolerância da espécie à salinidade (GÓIS et al., 2008), no entanto, além da toxidez causada pelos sais das soluções de cloreto de sódio ( $\text{NaCl}$ ), cálcio ( $\text{CaCl}_2$ ) e potássio ( $\text{KCl}$ ) também há indução de estresse hídrico (SOUZA e CARDOSO, 2000).

Dentre as espécies vegetais existe grande diversidade no que diz respeito aos mecanismos que lhes permitem a sobrevivência e permanência em solos com altas concentrações salinas, sendo extremamente importante a caracterização de tais mecanismos e rotas fisiológicas de tolerância ao sal, de forma que a variabilidade de mecanismo de resistência serve de base na seleção e melhoramento de plantas com relação à salinidade (YAMAGUCHI e BLUMWALD, 2005).

Os estudos que avaliam a resistência de espécies a salinidade estão cada vez mais comuns, observando-se que as mesmas respondem de forma variada a diferentes concentrações das soluções salinas (PONTE, et al., 2011). Coelho et al. (2014) avaliando a germinação e o crescimento inicial de plântulas de sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* (L.)

Moench (*S. vulgare* Pers.) submetidas ao estresse salino observaram que os níveis de salinidade testados não interferiram no processo germinativo das sementes até a condutividade de  $10 \text{ dS m}^{-1}$ .

Por outro lado, em estudos com salvia (*Salvia splendens*), Rosa et al. (2015) observaram que em potenciais osmóticos entre -0,4 até -2 MPa ocorreu elevada porcentagem de plântulas anormais, para as quais observou-se um limite de tolerância ao estresse simulado com soluções de NaCl de até aproximadamente -0,85 MPa, uma vez que abaixo desse potencial ocorreu a inibição da viabilidade e vigor das sementes dessa espécie.

### **3. Material e Métodos**

#### **3.1. Local de realização dos experimentos**

O estudo foi realizado no Laboratório de Análise de Sementes (LAS) do Centro de Ciências Agrárias (CCA), da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), em Areia - PB, com sementes de feijão-guandu obtidas de frutos colhidos secos sob a copa das árvores, diretamente de plantas localizadas no Sítio Bom Jesus, município de Alagoa Nova – PB, no mês de novembro de 2015 e, em seguida levados para o LAS, onde foi realizado o beneficiamento para retirada das sementes através da debulha manual.

#### **3.2. Experimento I - Volumes de água**

Para avaliar o efeito dos volumes de água e temperaturas na germinação e vigor das sementes de feijão-guandu, os tratamentos consistiram no umedecimento do substrato com água destilada em volumes ( $\text{mL g}^{-1}$ ) equivalentes a 2,0; 2,5; 3,0; 3,5 e 4,0 vezes o peso do papel seco, sem adição posterior de água e temperaturas constantes de 25, 30 e 35 °C e alternada de 20-30 °C.

Antes da semeadura as sementes foram tratadas com o fungicida Captan<sup>®</sup>, na concentração de 240 g/100 kg de sementes segundo informações do fabricante, utilizando-se em seguida quatro repetições de 50 sementes por tratamento distribuídas sobre duas folhas de papel toalha, cobertas com uma terceira e organizadas em forma de rolo. Esses rolos previamente umedecidos com os volumes de água pré-determinados foram acondicionados em sacos de polietileno, fechados com atilhos de borracha, a fim de evitar a perda de água por evaporação, e colocados em câmara de germinação do tipo B.O.D. regulados para as temperaturas constantes de 25, 30 e 35 °C e alternada de 20-30 °C, com fotoperíodo 8/16 horas de luz e escuro, respectivamente, usando-se lâmpadas fluorescentes tipo luz do dia (4 x 20 W).

### **3.3. Experimento II - Estresse hídrico**

Para a simulação do estresse hídrico foi utilizado como soluto o polietileno glicol (PEG 6000), cujas concentrações foram formuladas de acordo com especificações de Villela et al. (1991) para a obtenção dos níveis de potenciais osmóticos de -0,2; -0,4; -0,6; -0,8 e -1,0 MPa. Além desses potenciais, o nível zero (0,0 MPa) foi utilizado como testemunha (controle), utilizando-se apenas água destilada para umedecer o substrato.

As sementes antes de serem semeadas foram tratadas com o fungicida Captan<sup>®</sup> na concentração de 240 g/100 kg de sementes. Em cada tratamento foram utilizadas quatro repetições de 50 sementes, distribuídas sobre duas folhas de papel germitest, cobertas com uma terceira e organizadas na forma de rolos, acondicionados em sacos de polietileno. Antes da distribuição das sementes, o papel germitest foi umedecido com uma quantidade de solução, referente a cada potencial osmótico, equivalente a 3,0 vezes o seu peso seco. O experimento foi conduzido em germinadores tipo B.O.D. regulados para as temperaturas constantes de 20, 25, 30 e 35 °C, com fotoperíodo de 16 horas de luz, usando-se lâmpadas fluorescentes tipo luz do dia (4 x 20 W).

### **3.4. Experimento III - Estresse salino**

Na simulação do estresse salino o soluto foi o cloreto de sódio (NaCl), nas concentrações de 0,0 (controle); 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 dS m<sup>-1</sup> diluídas em água destilada, cujo valor da condutividade elétrica das soluções foi verificado com o auxílio de um condutivímetro, cujos valores foram obtidos pela fórmula de Richards (1954), sendo que o tratamento controle foi utilizado apenas água destilada para umedecer o substrato.

No teste de germinação, para cada tratamento foram utilizadas 200 sementes, tratadas com o fungicida Captan<sup>®</sup> na concentração de 240 g/100 kg de sementes, as quais foram divididas em quatro repetições de 50 sementes e distribuídas sobre duas folhas de papel toalha, cobertas com uma terceira e organizadas em forma de rolo. O papel toalha foi umedecido com as soluções de NaCl supracitadas na quantidade equivalente a 3,0 vezes a massa do papel seco, sem adição posterior da solução.

Os rolos foram acondicionados em sacos plásticos transparentes e fechados com atilhos de borracha com a finalidade de evitar a perda de água por evaporação. O teste de



germinação foi conduzido em germinadores tipo B.O.D. regulado para as temperaturas constantes de 25 e 30 °C e alternada de 20-30 °C, com fotoperíodo de 16 horas, utilizando lâmpadas fluorescentes tipo luz do dia (4 x 20 W).

### **3.5. Determinações e testes realizados**

**Teor de água** - determinado pelo método da estufa a  $105 \pm 3$  °C por 24 horas, conforme as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009), utilizando-se quatro repetições de 10 sementes inteiras.

**Porcentagem de germinação** - as avaliações foram efetuadas diariamente, dos três aos sete dias após a instalação do teste, quando o experimento foi encerrado, sendo consideradas como sementes germinadas aquelas que haviam emitido a raiz primária e a parte aérea (plântulas normais), de acordo com recomendações de Brasil (2009).

**Primeira contagem de germinação** - determinado juntamente com o teste de germinação, mediante contagem do número de plântulas normais (raiz e parte aérea presentes) no terceiro dia após a instalação do experimento, sendo os resultados expressos em porcentagem.

**Índice de velocidade de germinação (IVG)** - foram realizadas contagens diárias das sementes germinadas, no mesmo horário, dos três aos sete dias após a instalação do teste, sendo o índice de velocidade de germinação calculado pela fórmula ( $IVG = \frac{G_1}{N_1} + \frac{G_2}{N_2} + \dots + \frac{G_n}{N_n}$ ) proposta por Maguire (1962), em que IVG = índice de velocidade de emergência,  $G_1$ ,  $G_2$  e  $G_n$  = número de sementes germinadas a cada dia,  $N_1$ ,  $N_2$  e  $N_n$  = número de dias decorridos da semeadura a primeira, segunda e última contagem.

**Comprimento e massa seca de raízes e parte aérea de plântulas** - ao final do teste de germinação, as plântulas normais de cada tratamento e repetição foram medidas (raiz e parte aérea, individualmente) com o auxílio de uma régua graduada em centímetros, com os resultados expressos em cm/plântula<sup>-1</sup>. Após as medições, as raízes e parte aérea das plântulas foram colocadas em sacos de papel tipo kraft e acondicionadas em estufa

com circulação de ar forçada a 65 °C, até atingir peso constante (48 horas). Decorrido esse período, as amostras foram pesadas em balança analítica com precisão de 0,001g e os resultados expressos em g/plântula<sup>-1</sup>.

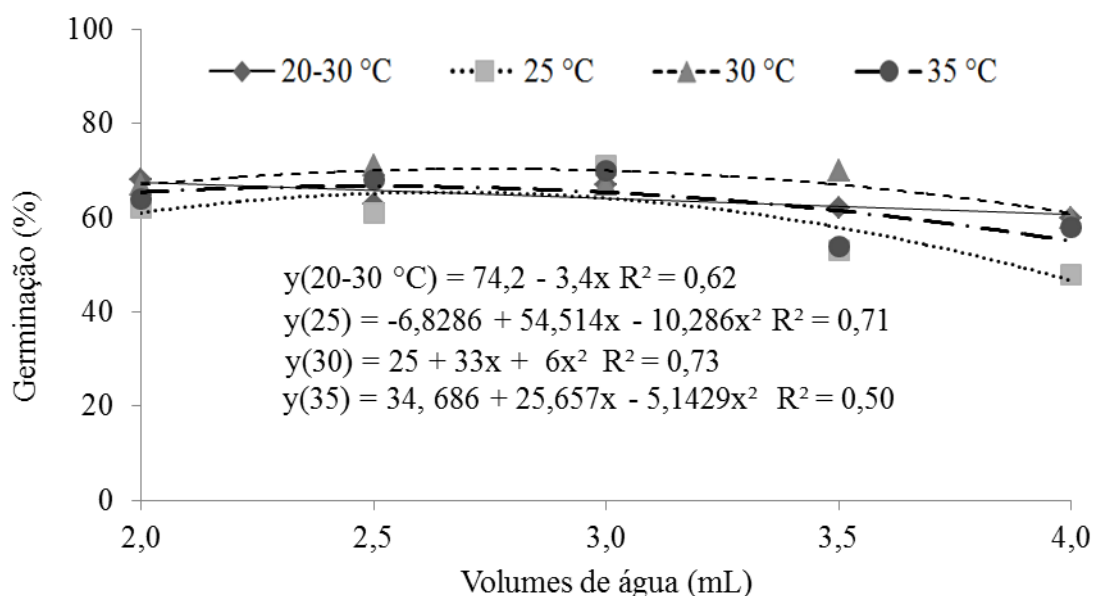
### **3.6. Delineamento experimental e análise estatística**

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente ao acaso, com quatro repetições, sendo os tratamentos distribuídos em esquema fatorial 5 x 4 (volumes de água x temperaturas) no experimento I, 6 x 4 (potenciais osmóticos x temperaturas) no experimento II e 6 x 3 (níveis de salinidade x temperaturas) no experimento III. Os dados foram submetidos à análise de variância e de regressão polinomial, testando-se os modelos linear e quadrático, utilizando-se o modelo significativo de maior ordem ( $R^2$ ) e, as médias comparadas pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2000).

## 4. Resultados e Discussão

### 4.1. Experimento I - Volumes de água

As sementes de feijão-guandu, no momento da realização do experimento, encontravam-se com teor de água de 12,27%, sendo a maior porcentagem de germinação (71%) obtida nas temperaturas de 25 e 30 °C quando o substrato foi umedecido com um volume de água equivalente a 3,0 e 2,5 vezes o peso do substrato seco, respectivamente (Figura 1). A partir destes volumes a germinação foi afetada negativamente, resultando em um decréscimo de 23% para a temperatura de 25 °C e de 11% para a temperatura de 30 °C. Na temperatura de 35 °C, o máximo de germinação (70%) foi obtido no volume de água equivalente a 3,0 vezes o peso do substrato seco, seguido de um decréscimo de 12% no volume de água 4,0 vezes o peso seco do substrato, enquanto na temperatura de 20-30 °C observou-se ajuste linear, sendo a germinação reduzida à medida que houve aumento da quantidade de água no substrato, observando-se maior porcentagem de germinação (68%) para o volume de água correspondente a 2,0 vezes o peso seco do substrato e a menor porcentagem de germinação (60%) para o volume de água de 4,0 vezes o peso seco do substrato.



**Figura 1.** Germinação de sementes de *Cajanus cajan* submetidas a diferentes temperaturas e volumes de água no substrato.

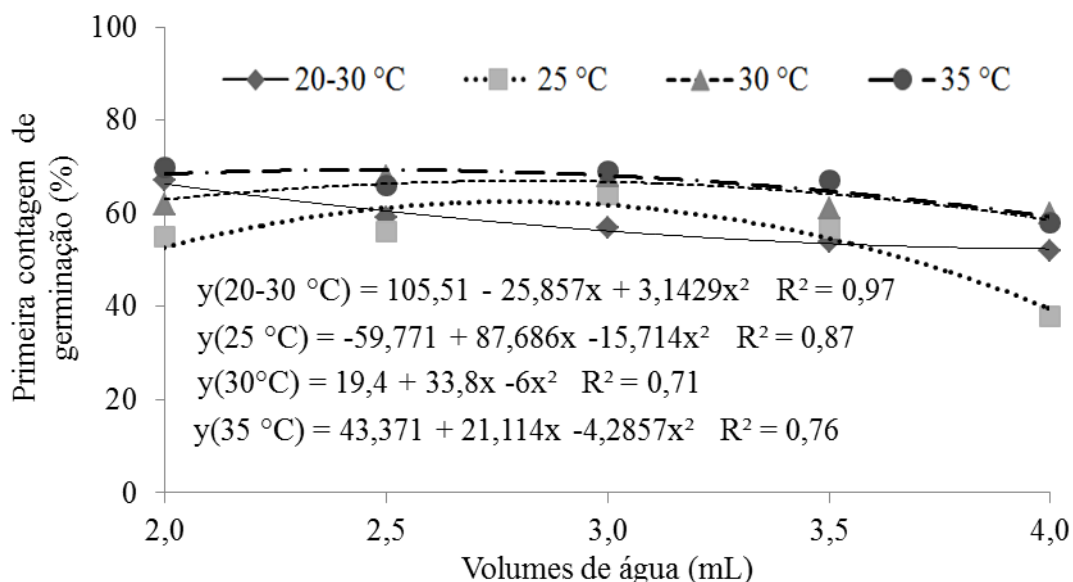
Para todas as temperaturas utilizadas a quantidade de água equivalente a 4,0 vezes o peso do papel foi prejudicial, especialmente na temperatura de 25 °C, cujos resultados estão de acordo com Marcos-Filho et al. (1987), os quais afirmaram que a quantidade elevada de água no substrato provoca prejuízos na respiração das sementes, ocasionando retardamento ou paralisação, prejudicando o desenvolvimento de plântulas. Vicente et al. (1969) também relataram que a germinação não é induzida por apenas um volume de água, mas por diferentes volumes que ocupam uma faixa de amplitude específica, variando de acordo com a espécie.

Os resultados diferem de Tanaka et al. (1991), quando observaram que os diferentes volumes de água no substrato não interferem significativamente na porcentagem de germinação de sementes de amendoim (*A. hypogaea*). No entanto, a germinação de sementes de maxixe (*C. anguria*) foi favorecida pelos volumes de água de 1,0 a 2,5 vezes o peso do substrato seco na temperatura de 25 °C (GENTIL e TORRES, 2001).

Para germinação de sementes de repolho (*Brassica oleraceae* (L.) H. Lév) Azeredo et al. (2010) indicaram os volumes de água na faixa de 1,5 a 2,5 vezes a massa seca do papel na temperatura alternada de 20-30 °C. Em sementes de melão (*Cucumis melo* var. *capitata* L.), Amaro et al. (2014) verificaram que a temperatura de 30 °C resultou em maior porcentagem de germinação. Entretanto, Jacinto et al. (2014) com sementes de soja (*Glycine max* (L) Merr.) e Araújo et al. (2014) com sementes de cabacinha (*L. operculata*) verificaram que a medida que aumentou a quantidade de água no substrato houve redução significativa na porcentagem de germinação.

Pelos dados referentes a primeira contagem de germinação de sementes de feijão-guandu (Figura 2) verificou-se que o maior percentual de germinação (68%) ocorreu na temperatura de 30 °C quando o substrato foi umedecido com um volume de água equivalente a 2,81 vezes o seu peso seco, observando-se o menor percentual de germinação (60%) no volume de água de 4,0 vezes o peso seco do substrato. Para a temperatura de 25 °C constatou-se que a maior porcentagem de germinação (70%) foi no volume de água equivalente a 2,0 vezes o peso seco do substrato, com uma redução de 26% no volume de água equivalente a 4,0 vezes o peso seco do substrato. Na temperatura de 35 °C observou-se maior porcentagem (64%) de germinação no volume de água de 3,0 vezes, com uma redução acentuada no volume de água 4,0 vezes o peso seco obtendo-se uma porcentagem de germinação de 58%; enquanto para a alternada de 20-30 °C verificou-se que à medida que o volume de água foi aumentando ocorreu uma redução no vigor, obtendo-se maior

porcentagem (67%) no tratamento com volume de água equivalente a 2,0 vezes o peso seco do substrato, e o menor percentual de germinação (58%) observou no volume de água de 4,0 vezes o peso seco do substrato.



**Figura 2.** Primeira contagem de germinação de sementes de *Cajanus cajan* submetidas a diferentes temperaturas e volumes de água no substrato.

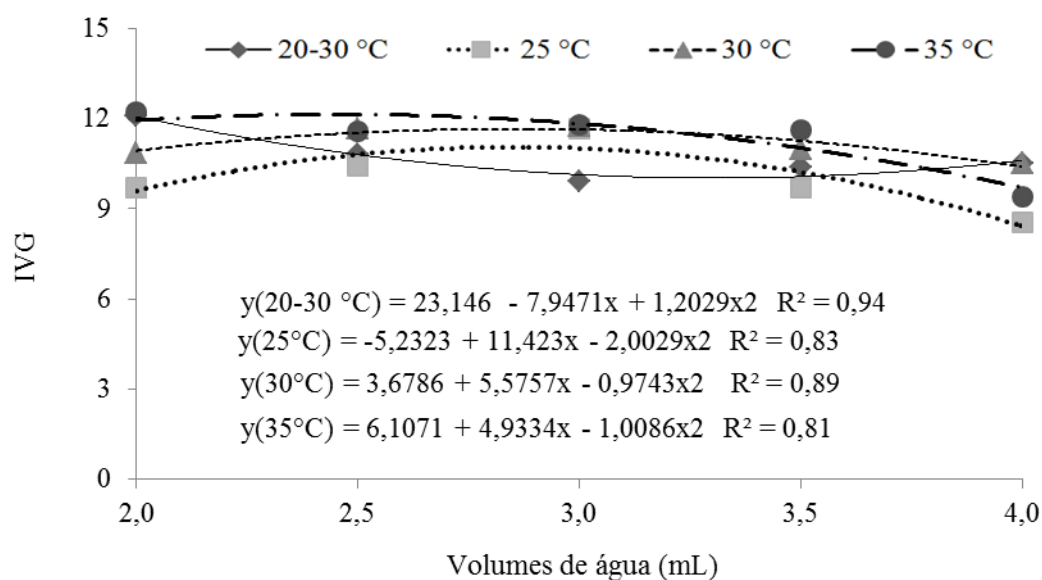
Os dados assemelham-se com os mencionados por Guedes et al. (2010) para umburana-de-cheiro (*Amburana cearenses* (Allemão) A.C. Smith) e por Gonçalves et al. (2015) para faveira (*Parkia platycephala* Benth.), os quais obtiveram maior porcentagem de germinação na primeira contagem, quando as sementes foram submetidas à temperatura de 30 °C, no volume de água igual a 3,0 vezes o peso seco do papel.

As sementes de cabacinha (*L. operculata*) expressaram maior porcentagem de germinação na primeira contagem nas temperaturas de 20-30 e 35 °C quando submetidas aos volumes de água equivalentes a 2,3 e 3,5 vezes o peso seco do papel (ARAÚJO et al., 2014). A germinação de sementes de pitaya vermelha (*H. undatus*), por ocasião da primeira contagem foi maior nas temperaturas de 25 e 30 °C no volume de água na faixa de 3,0 vezes o peso seco do papel (OLIVEIRA JUNIOR et al., 2015).

Com relação ao índice de velocidade de germinação das sementes de feijão-guandu verificou-se que na temperatura de 20-30 °C o melhor resultado foi obtido na quantidade de água de 2,0 vezes a massa do papel seco, atingindo um valor de 12,10, decrescendo logo em seguida. Para a temperatura de 25 °C, os tratamentos nos quais o substrato foi

umedecido com volume equivalente a 2,85 vezes o seu peso seco resultou em maior índice de velocidade de germinação (Figura 3).

Constata-se ainda neste mesmo gráfico que a maior velocidade de germinação na temperatura de 30 °C foi obtida também com o volume de água de 2,86 vezes o peso seco do substrato, quando comparada aos demais tratamentos. Na temperatura de 35 °C observa-se um índice de 12,23 no tratamento correspondente ao volume de água de 2,0 vezes o peso seco do substrato, com redução de 2,83 no volume de água de 4,0 vezes o peso seco do substrato. Como observado na porcentagem de germinação, o volume de água de 4,0 vezes o peso seco do substrato foi prejudicial a velocidade de germinação em todas as temperaturas, sendo menos drástica na temperatura alternada de 20-30 °C (Figura 3).



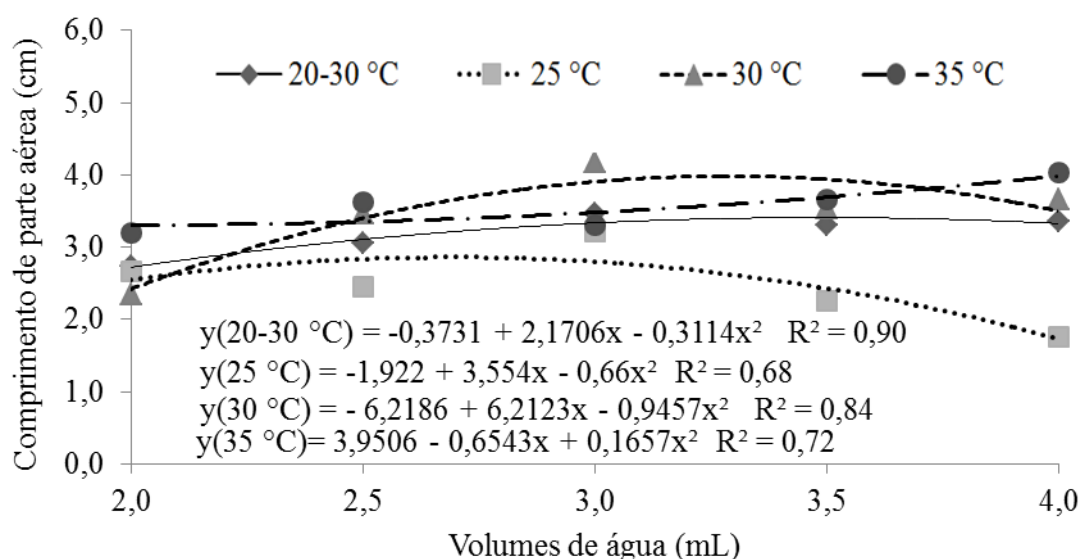
**Figura 3.** Índice de velocidade de germinação de sementes de *Cajanus cajan* submetidas a diferentes temperaturas e volumes de água no substrato.

Estes resultados diferem dos mencionados por Amaro et al. (2014) para melão (*C. melo*) e Sousa et al. (2015) para urucum (*Bixa orellana* L.) que observaram maior índice de velocidade de germinação na temperatura de 30 °C e volume de água de 3,0 vezes o peso seco do substrato. Entretanto, para sementes de angelim-pedra (*Dinizia excelsa* Ducke), Varela et al. (2005) observaram que os volumes de água de 1,5 a 3,0 vezes o peso seco do substrato nas temperaturas de 25, 30 e 35 °C não influenciaram o índice de velocidade de germinação.

O índice de velocidade de germinação de sementes de maxixe (*C. anguria*) foi menor no volume de água equivalente a 3,0 vezes o peso seco do papel (GENTIL e TORRES, 2001).

O excesso de água no substrato pode promover uma embebição rápida de grande quantidade de água, provocando danos às células e, conseqüentemente, reduzindo o índice de velocidade de germinação (CSERESNYES e VOROVENCI, 1984), sendo que as temperaturas mais altas podem aumentar o índice de velocidade de germinação, pela velocidade de absorção da água pelas sementes, acelerando as reações químicas e proporcionando que os processos fisiológicos ocorram com maior velocidade (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012).

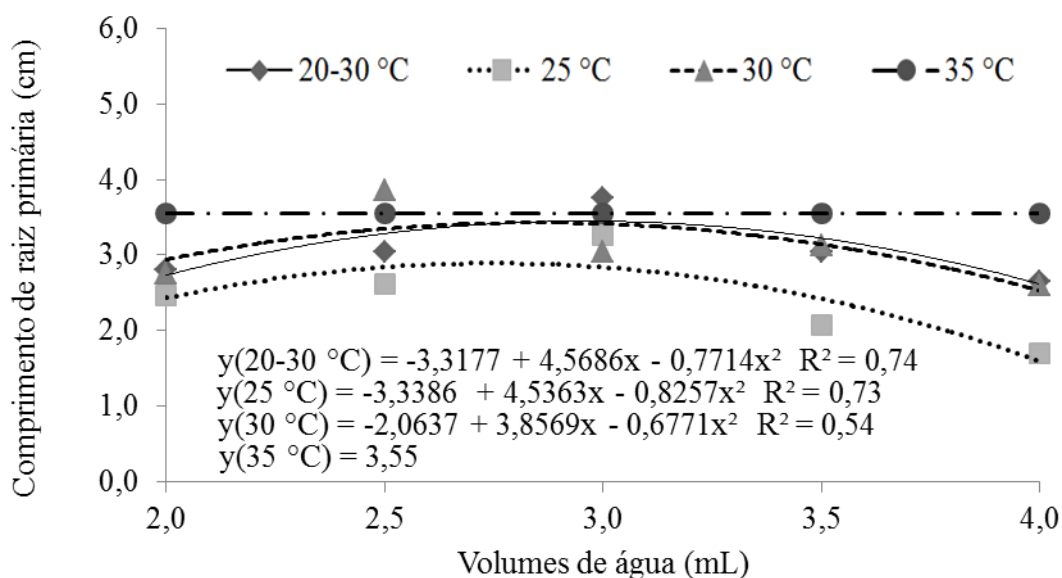
O maior comprimento da parte aérea das plântulas de feijão-guandu foi alcançado nas temperaturas constante de 25 e 30 °C e alternada de 20-30 °C (3,22; 4,17 e 3,46 cm de comprimento, respectivamente) no volume de água de 3,0 vezes o peso seco do substrato. Para temperatura de 35 °C, à medida que se elevou o volume de água no substrato houve aumento no comprimento da parte aérea, sendo o volume de 4,0 vezes o peso seco do substrato o que proporcionou o maior comprimento (4,03 cm). Entretanto, na temperatura de 25 °C foram observados resultados inferiores quando comparados com as demais temperaturas, obtendo-se 1,75 cm no volume de água correspondente a 4,0 vezes o peso seco do substrato (Figura 4).



**Figura 4.** Comprimento de parte aérea (cm) de plântulas de *Cajanus cajan* oriundas de sementes submetidas a diferentes volumes de água no substrato e temperaturas.

Em pepino (*Cucumis sativus* L.), melão (*C. melo*) e melancia (*Citrullus lanatus* Thunb.), Menezes et al. (1993) observaram que os maiores volumes de água do substrato proporcionaram maior comprimento de plântulas. Na temperatura de 35 °C, Araújo et al. (2014) observaram que o aumento do volume de água do substrato foi proporcional ao aumento no comprimento da parte aérea das plântulas de cabacinha (*L. operculata*). Para pau-de-balsa (*Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urban), a temperatura de 25 °C foi a mais prejudicial ao desenvolvimento de parte aérea das plântulas, nos volumes de água de 1,5; 2,0; 2,5 e 3,0 vezes o peso seco do substrato (RAMOS et al., 2006).

Com relação ao comprimento de raiz primária das plântulas de feijão-guandu observou-se que na temperatura de 25 e 20-30 °C, o volume de água que proporcionou o maior crescimento (3,27 e 3,75 cm, respectivamente) foi o equivalente a 3,0 vezes o peso seco do substrato. Para a temperatura de 30 °C, o maior comprimento (3,85 cm) foi constatado no tratamento com volume de água equivalente a 2,5 vezes o peso seco do substrato. Os dados obtidos na temperatura de 35 °C não se ajustaram a nenhum modelo de regressão polinomial testado, obtendo-se média de 3,55 cm, enquanto a temperatura mais prejudicou o desenvolvimento das raízes foi à temperatura de 25 °C, no volume de água equivalente a 4,0 vezes o peso seco do substrato, obtendo-se o valor de 1,70 cm (Figura 5).

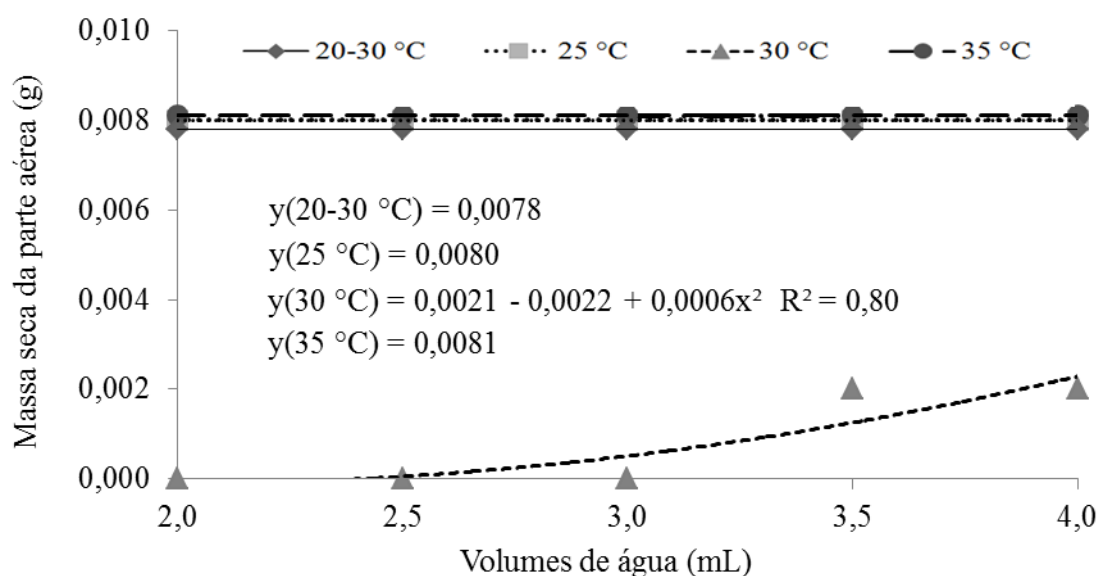


**Figura 5.** Comprimento da raiz primária de plântulas de *Cajanus cajan* oriundas de sementes submetidas a diferentes volumes de água no substrato e temperaturas.



Os resultados são diferentes daqueles obtidos por Varela et al. (2005) para angelim-pedra (*D. excelsa*) e Ramos et al. (2006) para pau-de-balsa (*O. pyramidale*), os quais observaram maior comprimento de raiz primária das plântulas no volume de água equivalente a 1,5 vezes o peso seco do substrato, quando submetidos a temperatura de 30 °C.

Os dados de massa seca da parte aérea de plântulas de feijão-guandu (Figura 6) nas temperaturas constantes de 25 e 35 °C e na alternada de 20-30 °C não se ajustaram a nenhum modelo de regressão polinomial, obtendo-se médias de 0,0080; 0,0081 e 0,0078, respectivamente. Na temperatura de 30 °C o modelo ajustado foi o quadrático onde houve acréscimo no conteúdo de massa seca da parte aérea de plântulas à medida que o volume de água foi aumentando, obtendo-se o maior conteúdo nos volume de água de 3,5 e 4,0 vezes o peso seco do substrato.

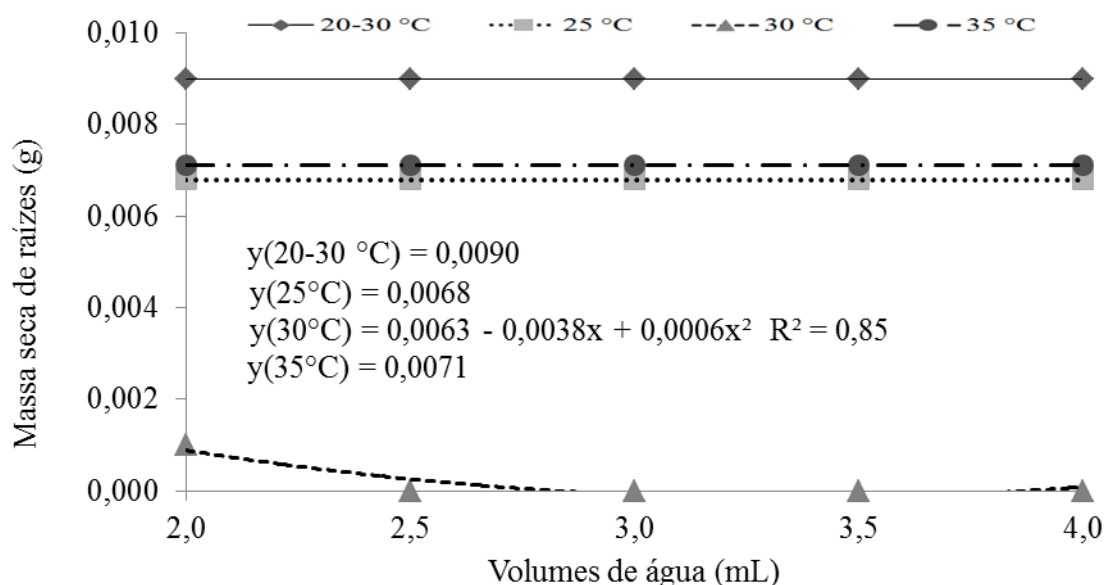


**Figura 6.** Massa seca da parte aérea de plântulas de *Cajanus cajan* oriundas de sementes submetidas a diferentes volumes de água no substrato e temperaturas.

Para a massa seca de plântulas de umburana-de-cheiro (*A. cearensis*) não houve influência dos diferentes volumes de água avaliados (2,0; 2,5; 3,0 e 3,5) para umedecer o substrato, havendo apenas interferência das temperaturas estudadas, constatando-se o maior conteúdo de massa seca em plântulas oriundas de sementes submetidas a temperatura de 30 °C (GUEDES et al., 2010). Em pitaya vermelha (*H. undatus*) a

temperatura que proporcionou o maior conteúdo de massa seca das plântulas foi de 25 °C, com o volume de água equivalente a 3,5 vezes o peso seco do substrato (OLIVEIRA JUNIOR et al., 2015).

A massa seca das raízes de plântulas de feijão-guandu observou-se que na temperatura alternada de 20-30 °C e constantes de 25 e 35 °C não se ajustaram a nenhum modelo de regressão polinomial, obtendo-se médias de 0,0090; 0,0068 e 0,0071, respectivamente. Na temperatura de 30 °C constatou-se que à medida que houve aumento do volume de água no substrato, reduziu drasticamente o conteúdo de massa seca das raízes (Figura 7).

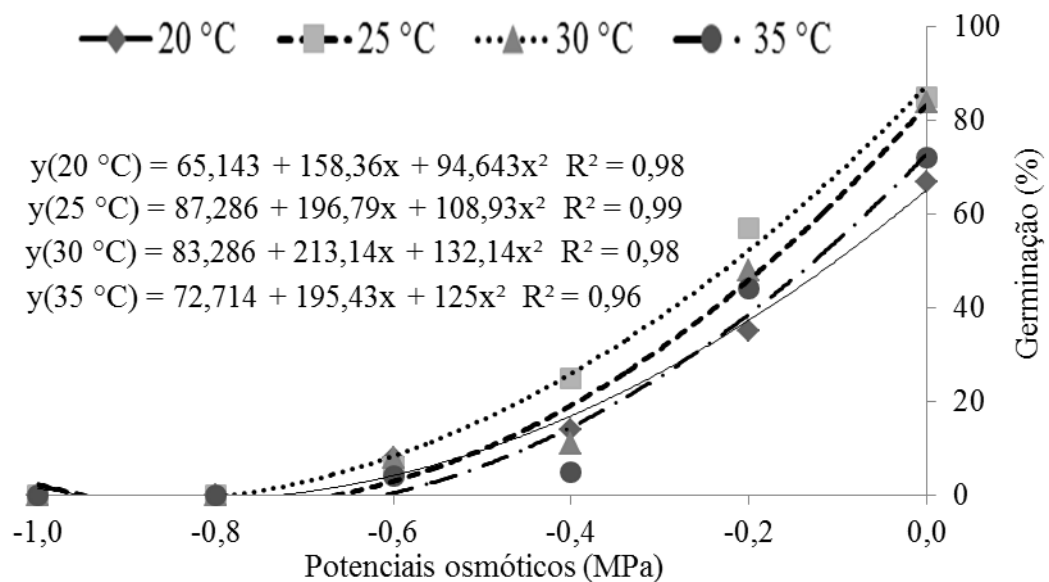


**Figura 7.** Massa seca das raízes de plântulas de *Cajanus cajan*, oriundas de sementes submetidas a diferentes volumes de água no substrato e temperaturas.

Em faveira (*P. platycephala*), Gonçalves et al., (2015) constatou que para o conteúdo de massa seca das raízes de plântulas não houve influência dos volumes de água utilizados para umedecer o substrato, porém verificou-se que as temperaturas de 25 e 30 °C foram às que proporcionaram maior conteúdo de massa seca.

## 4.2. Experimento II - Estresse hídrico

As sementes de feijão-guandu utilizadas no experimento apresentaram 12, 12% de umidade. A viabilidade e o vigor das sementes sofreram redução significativa à medida que os potenciais osmóticos dos substratos se tornaram mais negativos, observando-se maior percentual de germinação (67, 85, 84 e 72%) nas temperaturas de 20, 25, 30 e 35 °C, respectivamente, no tratamento controle (0,0 MPa). Para a temperatura de 35 °C não foram observadas sementes germinadas no potencial -0,6 MPa, enquanto para as demais temperaturas a germinação foi nula só a partir desse potencial (Figura 8).



**Figura 8.** Germinação de sementes de *Cajanus cajan* submetidas a estresse hídrico em diferentes temperaturas.

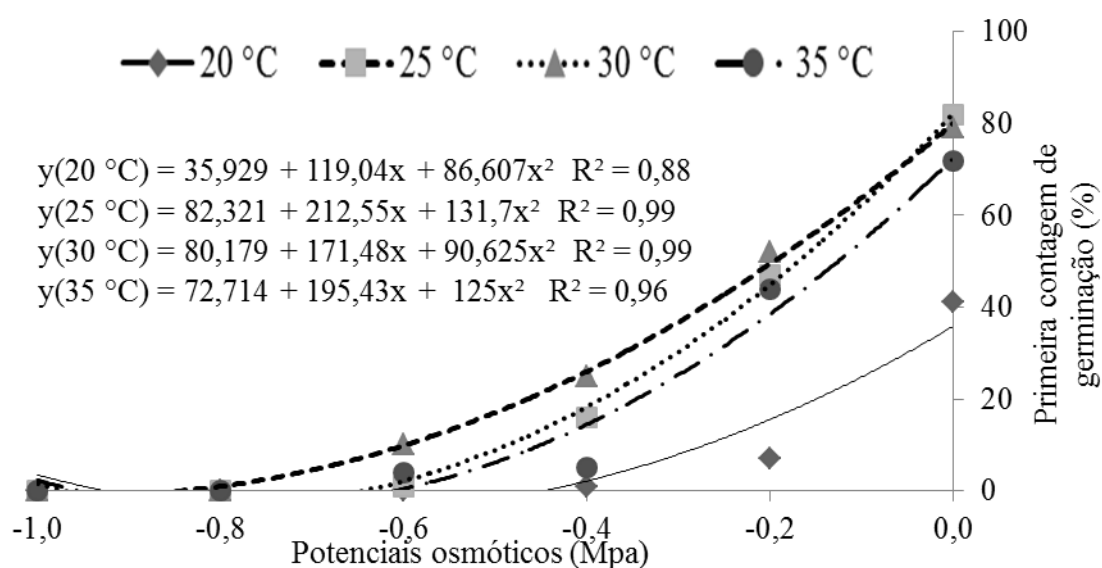
A redução na porcentagem de germinação pode ser explicada pelo alto peso molecular do polietilenoglicol (PEG 6000), que devido sua alta viscosidade juntamente com a baixa taxa de difusão de O<sub>2</sub> afeta a disponibilidade de oxigênio para as sementes no decorrer do processo germinativo (BRACCINI et al., 1996). Assim, em sementes submetidas a estresse hídrico ocorre redução na germinação devido à redução da atividade enzimática, ocasionando menor desenvolvimento meristemático, afetando o crescimento das plantas.

Em sementes de sorgo (*S. bicolor*), Oliveira e Gomes-Filho (2009) constataram atraso na germinação causado pelo déficit hídrico induzido por soluções de

polietilenoglicol 6000 (PEG 6000). Da mesma forma, em sementes de crambe (*C. abyssinica*), a germinação foi reduzida à medida que o potencial osmótico tornou-se mais negativo (TEIXEIRA et al., 2011). Resultados semelhantes foram observados na porcentagem de germinação de sementes de feijão (*P. vulgaris*) decresceu significativamente a partir do potencial de -0,2 MPa em soluções de PEG 6000 (CARVALHO et al., 2013).

Os resultados obtidos na temperatura de 20 °C com sementes de feijão-guandu foram semelhantes aos de Vaz-de-Melo et al. (2012), em que o estresse hídrico também proporcionou menor percentual de germinação de sementes de milho-de-pipoca (*Z. mays*) na temperatura de 20 °C. Em temperaturas mais baixas, o metabolismo das sementes é reduzido e as sementes podem chegar a germinar em períodos mais longos (AMARAL e PAULILO, 1992).

No tratamento controle (0,0 MPa) as temperaturas que proporcionaram maior porcentagem de germinação na primeira contagem (82, 79 e 81%) foram 25, 30 e 35 °C, enquanto a menor (41%) foi constatada na temperatura de 20 °C. Quando os potenciais osmóticos se tornaram mais negativos houve uma redução drástica na germinação, independente da temperatura utilizada, observando-se que na temperatura de 20 °C ocorreu inibição da germinação no potencial de -0,4 MPa. Nas temperaturas de 25 e 35 °C a inibição da germinação ocorreu no potencial de -0,6 e na temperatura de 30 °C no potencial -0,8 MPa, indicando sensibilidade das sementes ao estresse hídrico (Figura 9).

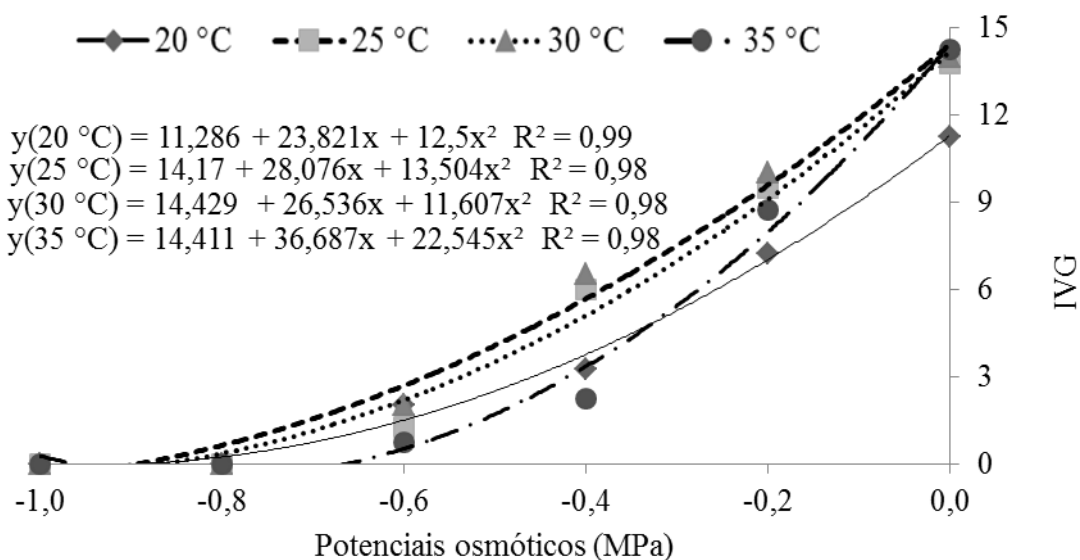


**Figura 9.** Primeira contagem de germinação de sementes de *Cajanus cajan* submetidas a estresse hídrico em diferentes temperaturas.

Para sementes de canola (*B. napus*), Santos et al. (2012) verificaram uma redução gradativa na germinação por ocasião da primeira contagem a partir do potencial hídrico de -0,3 MPa. Com relação a sementes de soja (*G. max*) constatou-se que em potenciais hídricos mais negativos a expressão do vigor foi menor (SILVA et al., 2006). As condições de estresse hídrico em sementes quando são induzidas pela redução do potencial osmótico propõe intensidade de resposta diferente para sementes de cada espécie (PEREZ et al., 1998).

Quanto ao índice de velocidade de germinação das sementes de feijão-guandu (Figura 10) constatou-se resultados semelhantes aqueles verificados na porcentagem de germinação, cujos maiores valores (13,75; 14,0 e 14,25) foram alcançados pelas sementes do tratamento controle (0,0 MPa) nas temperatura de 25, 30 e 35 °C, respectivamente. Para a temperatura de 20 °C o maior valor obtido foi de 11,25, também no tratamento controle, verificando-se uma redução drástica a partir do potencial osmótico de -0,2 MPa para todas as temperaturas.

Na temperatura de 20 °C registrou-se a menor porcentagem de germinação e velocidade em relação as demais temperaturas, provavelmente porque quanto menor a temperatura mais lenta será a embebição necessitando, portanto, de períodos mais longos para a germinação.



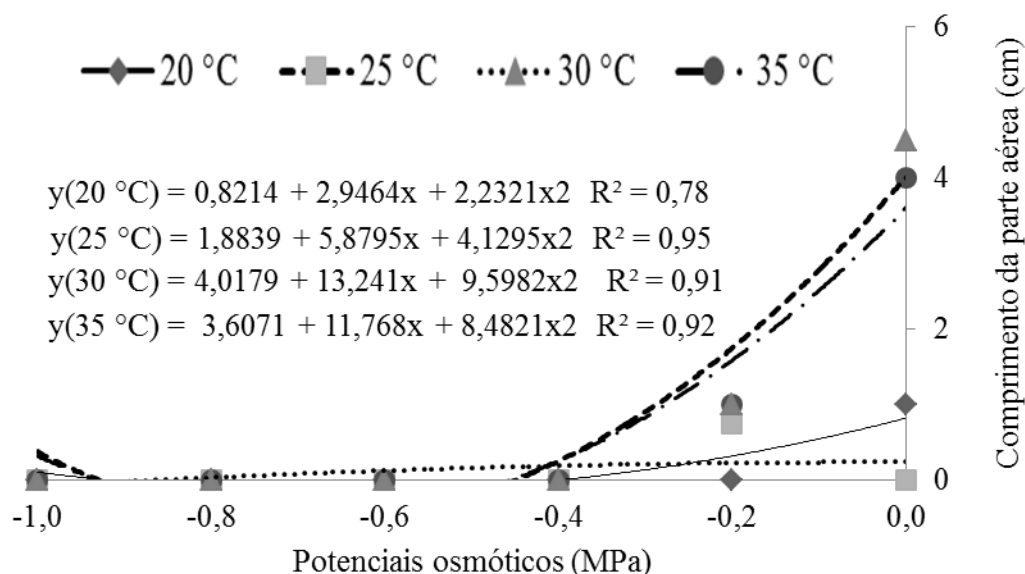
**Figura 10.** Índice de velocidade de germinação de sementes de *Cajanus cajan* submetidas a estresse hídrico em diferentes temperaturas.

A velocidade de germinação das sementes é menor em menores potenciais osmóticos mais negativos porque há redução na embebição de água pelas sementes, o que inviabiliza a sequência de eventos do processo germinativo, atuando na velocidade de germinação (STEFANELLO et al., 2008).

Resultados diferentes aos obtidos neste trabalho foram relatados por Kappes et al. (2010) quando observaram que em sementes de milho (*Z. mays*) não houve redução no índice de velocidade de germinação nos potenciais osmóticos 0,0; -0,3 e -0,6 MPa, sendo a mesma afetada nos níveis de -0,9 e -1,2 MPa, na temperatura de 25 °C. Já as sementes de tomate (*Solanum lycopersicon* L.) verificou-se redução significativa na velocidade de germinação a partir de -0,4 MPa na temperatura de 20-30 °C (SILVA JUNIOR et al., 2014).

O maior comprimento de parte aérea de plântulas de feijão-guandu (Figura 11) foi obtido para todas as temperaturas no tratamento controle, verificando-se maior comprimento nas temperaturas de 30 e 35 °C observando-se resultados bem próximos (4,5 e 4,0 cm, respectivamente), seguido de uma redução à medida que o potencial osmótico tornou-se mais negativo, enquanto temperatura de 20 °C o maior comprimento foi de 1,0 cm, constatando-se uma redução acentuada até o potencial osmótico -0,4 MPa, chegando a anular a partir desse potencial. Quando as sementes foram submetidas à temperatura de 25 °C as plântulas originadas tinham menores comprimentos de parte aérea.

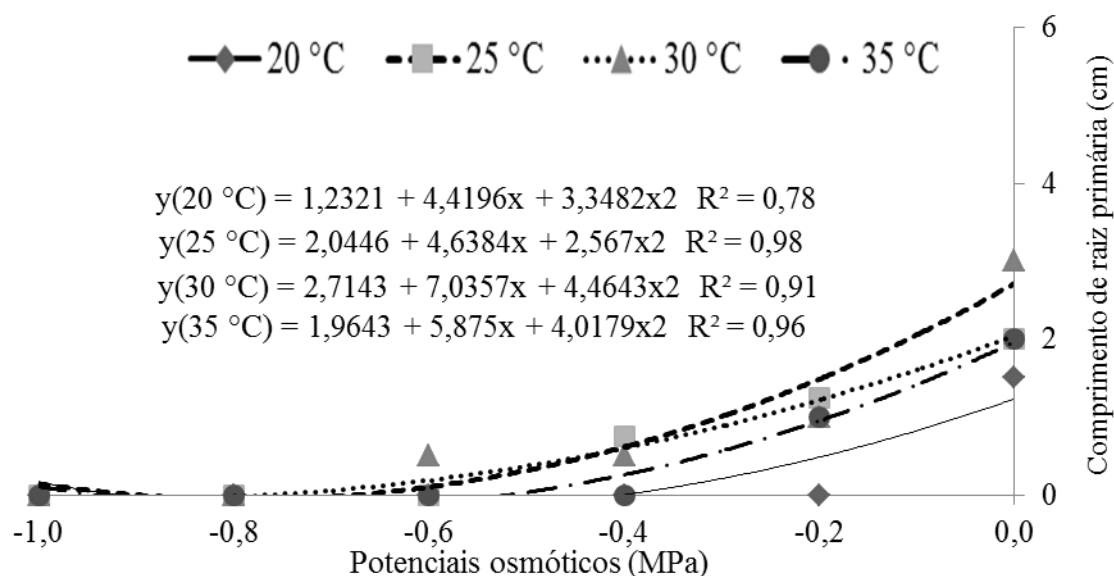
Estes resultados diferem dos mencionados por Carvalho et al. (2013), qual constatarem redução expressiva no comprimento das plântulas de feijão (*P. vulgaris*) a partir do potencial osmótico de -0,2 MPa. Ao avaliar o desempenho de sementes de milho (*Z. mays*) submetidas a diferentes potenciais osmóticos, Kappes et al. (2010) constatarem que os menores potenciais hídricos também reduziram o comprimento das plântulas. Em canola (*B. napus*), Santos et al. (2012) verificaram diminuição do comprimento do hipocótilo à medida que os potenciais osmóticos se tornaram mais negativos, sendo o menor comprimento observado no potencial de -0,6 MPa. A baixa disponibilidade de água, além de limitar a embebição, velocidade e porcentagem de germinação, reduz o crescimento das plantas, pela diminuição da expansão celular (BEWLEY e BLACK, 1994).



**Figura 11.** Comprimento da parte aérea de plântulas de *Cajanus cajan*, oriundas de sementes submetidas a estresse hídrico em diferentes temperaturas.

Para o comprimento das raízes de plântulas de feijão-guandu foi observado maiores comprimentos no tratamento controle (0,0) para todas as temperaturas testadas, verificando-se na temperatura 20 °C o maior comprimento obtido foi de 1,50 cm, com um decréscimo, chegando a anular no potencial osmótico -0,4 MPa. Para temperatura de 30 °C verificou-se o maior comprimento de plântulas (3,0 cm) entre todas as temperaturas testadas, com uma redução drástica até o potencial -0,6 MPa observando-se o menor comprimento de raiz (0,50 cm) e, chegando a anular no potencial osmótico -0,8 MPa. Nas temperaturas de 25 e 35 °C o maior comprimento de plântulas (2,0 cm), seguidos de uma redução acentuada, chegando a anular no potencial osmótico -0,8 MPa na temperatura de 25 °C e, na temperatura de 35 °C a partir do potencial osmótico -0,4 MPa (Figura 12).

As prováveis causas da redução no comprimento de raiz de plântulas de feijão-guandu em condições de estresse hídrico, principalmente nas situações em que a restrição é maior pode ser devido ao efeito osmótico ou iônico que dificulta a absorção de água pelas plântulas, assim como a facilidade da entrada de íons nas células (VAN DER MOEZEL e BELL, 1987), atuando no menor desenvolvimento vegetal.



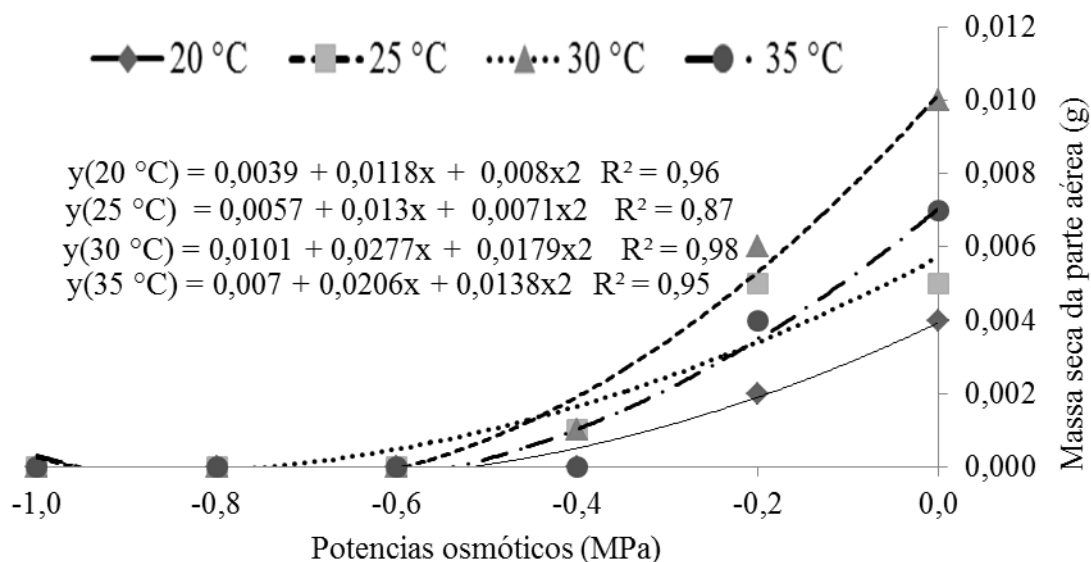
**Figura 12.** Comprimento da raiz primária de plântulas de *Cajanus cajan*, oriundas de sementes submetidas a estresse hídrico em diferentes temperaturas.

O crescimento radicular de plântulas de algodão (*Gossypium hirsutum* L.) foi estimulado no potencial hídrico de até -0,4 MPa (MENESES et al., 2011), mas para canola (*B. napus*) houve aumento no crescimento radicular entre os potenciais de -0,2 a -0,3 MPa,, sendo afetado a partir do potencial osmótico -0,4 a -0,6 MPa (SANTOS et al., 2012). Em gergelim (*S. indicum*) os maiores comprimentos de raízes foram alcançados no tratamento controle (0,0 MPa), porém para as simulações do estresse hídrico com o PEG 6000, o comprimento aumentou à medida que o potencial osmótico da solução ficou mais negativo, verificando os menores valores nos potenciais de -0,1 e -0,2 MPa (PIRES, 2014).

O conteúdo de massa seca da parte aérea de plântulas de feijão-guandu (Figura 13) também foi afetado pelos diferentes potenciais osmóticos e pelas diferentes temperaturas, tendo sido observado na temperatura de 20 °C maior redução na massa seca em relação às demais temperaturas estudadas, observando-se o maior conteúdo no tratamento controle (0,0 MPa) seguido de redução e chegando a anular a partir do potencial -0,4 MPa. Nas demais temperaturas também foram observados o maior conteúdo de massa seca de plântulas no tratamento controle (potencial osmótico 0,0 MPa), sendo a temperatura de 30 °C que proporcionou maior resultado no conteúdo de massa seca. Em sementes de ervilha (*Pisum sativum* L.) Sekita (2013) observou que a diminuição do potencial osmótico promoveu reduções significativas na massa seca das plântulas submetidas a temperatura de 20 °C.

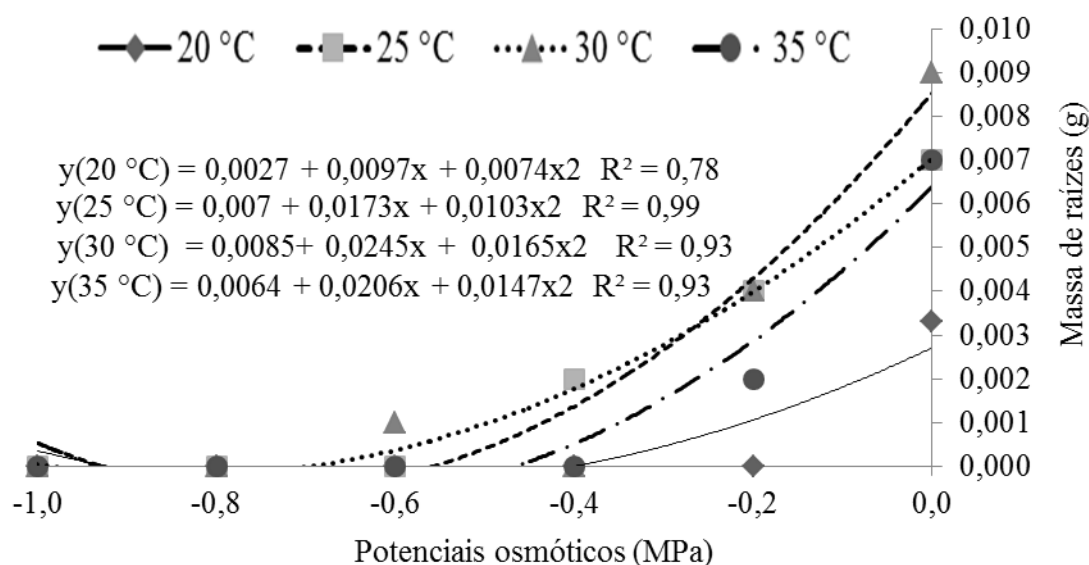


Embora as plântulas de feijão-guandu na temperatura de 25 °C apresentaram um comprimento pequeno, observa-se o maior conteúdo de massa seca, isto pode ter ocorrido por as plântulas apresentarem um diâmetro largo, justificando-se o maior peso de massa seca.



**Figura 13.** Massa seca de parte aérea de plântulas de *Cajanus cajan*, oriundas de sementes submetidas a estresse hídrico em diferentes temperaturas.

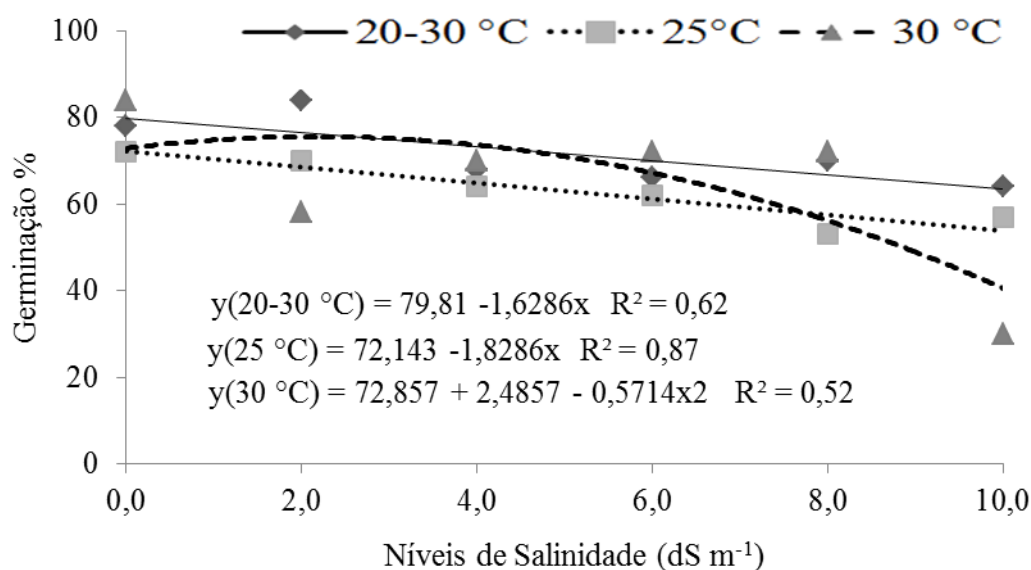
Na Figura 14 encontram-se os dados referentes ao conteúdo de massa seca de raízes de plântulas de feijão-guandu e verifica-se resultados semelhantes ao conteúdo de massa seca da parte aérea, com menor conteúdo observado na temperatura de 20 °C no tratamento controle (0,0 MPa) e o maior na temperatura de 30 °C, no mesmo potencial osmótico, seguidos de redução à medida que o potencial ficou mais negativo, chegando a anular nos mesmos potenciais.



**Figura 14.** Massa seca das raízes de plântulas de *Cajanus cajan*, oriundas de sementes submetidas a estresse hídrico em diferentes temperaturas.

#### 4.3. Experimento III - Estresse salino

As sementes de feijão-guandu, no momento da realização do experimento, encontravam-se com teor de água de 12,18%. A germinação das sementes de feijão-guandu (Figura 15) foi afetada pelos níveis de salinidade utilizados nas diferentes temperaturas testadas, constatando-se as maiores porcentagens de germinação (72 e 84%) no tratamento controle ( $0,0\text{ dS m}^{-1}$ ) quando as sementes foram submetidas às temperaturas de 25 e 30 °C, respectivamente. As sementes incubadas na temperatura de 20-30 °C obtiveram uma porcentagem de germinação de 84% no nível de salinidade de  $2,0\text{ dS m}^{-1}$ , porém a partir desse nível verificou-se redução significativa.



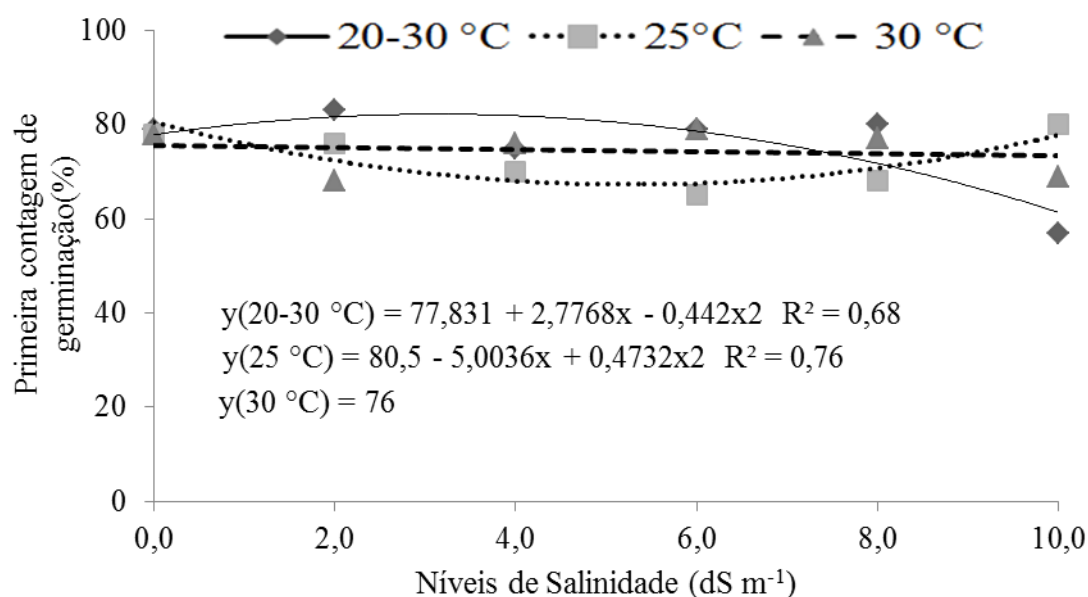
**Figura 15.** Germinação de sementes de *Cajanus cajan* submetidas ao estresse salino em diferentes temperaturas.

Embora os níveis de salinidade tenham afetado o processo germinativo das sementes de feijão-guandu, a germinação se manteve elevada, evidenciando que os níveis de sais utilizados não foram alto o suficiente para inibi-la, ressaltando os mesmos, segundo informações encontradas na literatura, são variáveis entre as espécies.

De forma semelhante aos resultados observados para sementes de feijão-guandu, Moterle et al. (2006) estudando a germinação de cultivares de milho-pipoca (*Z. mays*) verificaram redução na porcentagem de germinação de todos os cultivares com o aumento dos níveis de salinidade. Souza et al. (2010), avaliando a germinação e crescimento inicial em sementes de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) constataram atraso no processo germinativo quando as sementes foram submetidas à condição de estresse salino na fase de embebição. Avaliando a germinação e vigor de sementes de mamona (*Ricinus communis* L.) cv. 'BRS energia' em água salina com condutividade elétrica de 0,4; 1,2; 2,2; 3,2 e 4,2 dS m<sup>-1</sup>, Brito et al. (2015) observaram tolerância destas às águas com os níveis de salinidade testados.

Pelos dados referentes à primeira contagem de germinação das sementes de feijão-guandu (Figura 16) observou-se na temperatura de 20-30 °C um percentual de germinação de 79% no tratamento controle (0,0 dS m<sup>-1</sup>), com um acréscimo de 4% no nível de salinidade de 2,0 dS m<sup>-1</sup>, seguidos de uma redução acentuada obtendo-se 57% de germinação para o nível de salinidade de 10,0 dS m<sup>-1</sup>. Na temperatura de 25 °C, no

tratamento controle ( $0,0 \text{ dS m}^{-1}$ ) verificou-se um percentual de germinação de 78%, com uma redução significativa até o nível  $6,0 \text{ dS m}^{-1}$  de salinidade, seguidos de um acréscimo (80%) no nível  $10,0 \text{ dS m}^{-1}$  de salinidade. Os dados obtidos na temperatura de  $30^\circ\text{C}$  não se ajustaram a nenhum modelo de regressão polinomial, obtendo-se média de 76% de germinação na primeira contagem.

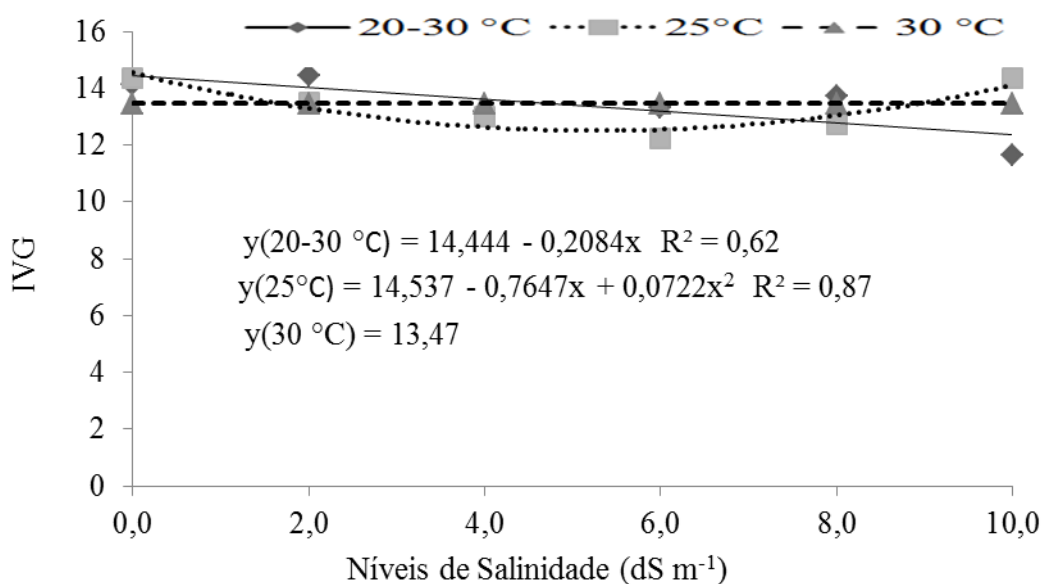


**Figura 16.** Primeira contagem de germinação de sementes de *Cajanus cajan* submetidas ao estresse salino em diferentes temperaturas.

Em um estudo avaliando o efeito de níveis de salinidade de diferentes fontes, Furtado (1998) afirmou que houve influência significativa do aumento da salinidade sobre a primeira contagem de germinação das sementes de milho (*Z. mays*), porém não foi observada influência significativa das temperaturas testadas. O excesso de sal causou redução significativa na germinação de sementes de melancia (*Citrullus lanatus* Schrad.) a partir da condutividade de  $11,2 \text{ dS m}^{-1}$  (TORRES, 2007).

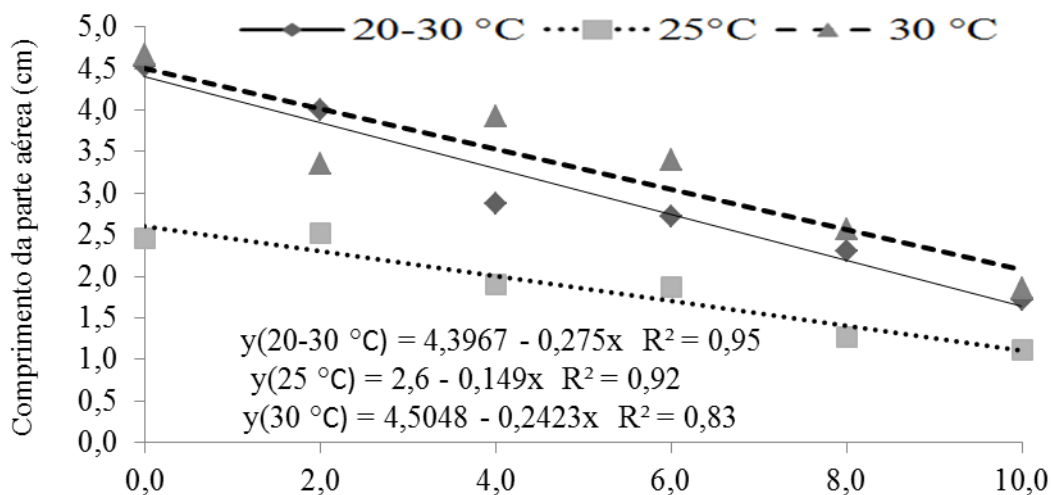
De forma semelhante ao que ocorreu para a porcentagem de germinação e primeira contagem, o índice de velocidade de germinação das sementes de feijão-guandu também foi afetado negativamente pelo aumento das concentrações de NaCl (Figura 17). Para a temperatura alternada  $20-30^\circ\text{C}$  foi observado um ajuste linear, indicando uma redução significativa (2,51) na velocidade de germinação até o nível de  $10,0 \text{ dS m}^{-1}$ , enquanto na temperatura constante de  $25^\circ\text{C}$  verificou-se o maior valor (14,34) no tratamento controle ( $0,0 \text{ dS m}^{-1}$ ), posteriormente ocorreu uma redução até o nível  $6,0 \text{ dS m}^{-1}$ . Na temperatura

de 30 °C os dados obtidos não se ajustaram a nenhum modelo de regressão polinomial testados, obtendo-se uma média de 13,47 (Figura 17).



**Figura 17.** Índice de velocidade de germinação de sementes de *Cajanus cajan* submetidas ao estresse salino em diferentes temperaturas.

Os dados de comprimento da parte aérea de plântulas de feijão-guandu oriundas de sementes submetidas as temperaturas de 20-30, 25 e 30 °C se ajustaram ao modelo linear, com decréscimo à medida que os níveis de salinidade se tornaram mais negativos (Figura 18). Nas temperaturas de 30 e 20-30 °C os maiores comprimentos da parte aérea (4,67 e 4,52 cm, respectivamente) foram obtidos no tratamento controle (0,0 dS m<sup>-1</sup>) e os menores comprimentos (1,72 e 1,85 cm) no nível de salinidade 10,0 dS m<sup>-1</sup>, enquanto à temperatura de 25 °C o maior comprimento (2,52 cm) foi obtido no nível de salinidade de 2,0 dS m<sup>-1</sup> e o menor crescimento das plântulas (1,12 cm) ocorreu no nível de salinidade 10,0 dS m<sup>-1</sup>. Dentre todas as temperaturas avaliadas, a de 30 °C foi a que proporcionou o maior comprimento da parte aérea, sendo adequada para o desenvolvimento da mesma.

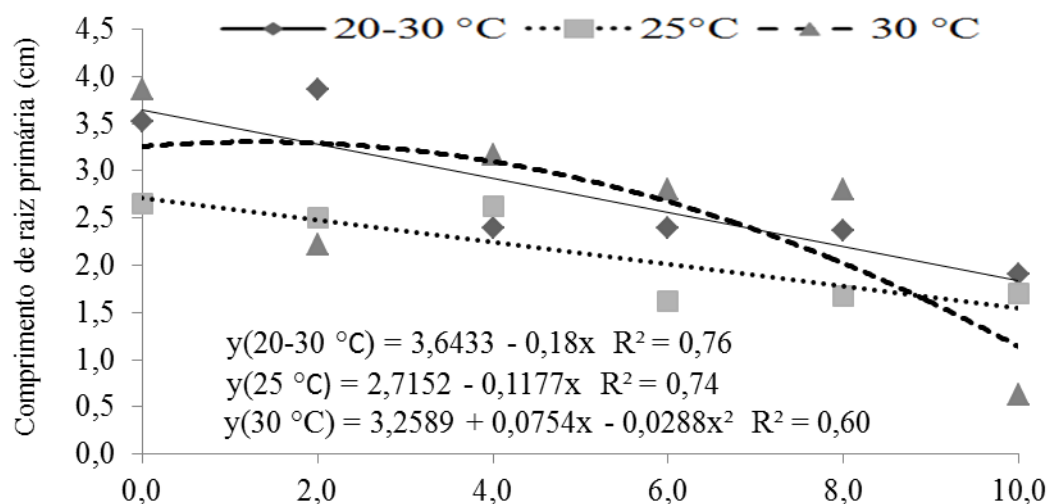


**Figura 18.** Comprimento da parte aérea de plântulas de *Cajanus cajan* oriundas de sementes submetidas ao estresse salino em diferentes temperaturas.

Nas plantas de pinhão-mansão (*J. cucas*) irrigadas com água de condutividade elétrica de 0,06 e 4,2 dS m<sup>-1</sup> ocorreu redução no comprimento de parte aérea (VALE et al., 2006). Em milho (*Z. mays*), Conus et al. (2009) constatou decréscimos no comprimento de parte aérea e acréscimos no comprimento da raiz primária com o aumento da salinidade.

O comprimento da raiz primária de plântulas de feijão-guandu reduziu linearmente nas temperaturas de 20-30 e 25 °C, com ajuste quadrático para os dados das plântulas originadas de sementes submetidas à temperatura de 30 °C, com maior comprimento de plântulas da parte aérea (4,67 cm) no tratamento controle e redução de 2,87 cm no nível de salinidade de 10,0 dS m<sup>-1</sup> (Figura 19).

Além da redução no desenvolvimento da parte aérea e raiz das plântulas observou-se também um grande número de plântulas anormais à medida que se aumentou os níveis de salinidade, sugerindo que o feijão-guandu é uma cultura sensível à salinidade da água na fase inicial de crescimento.

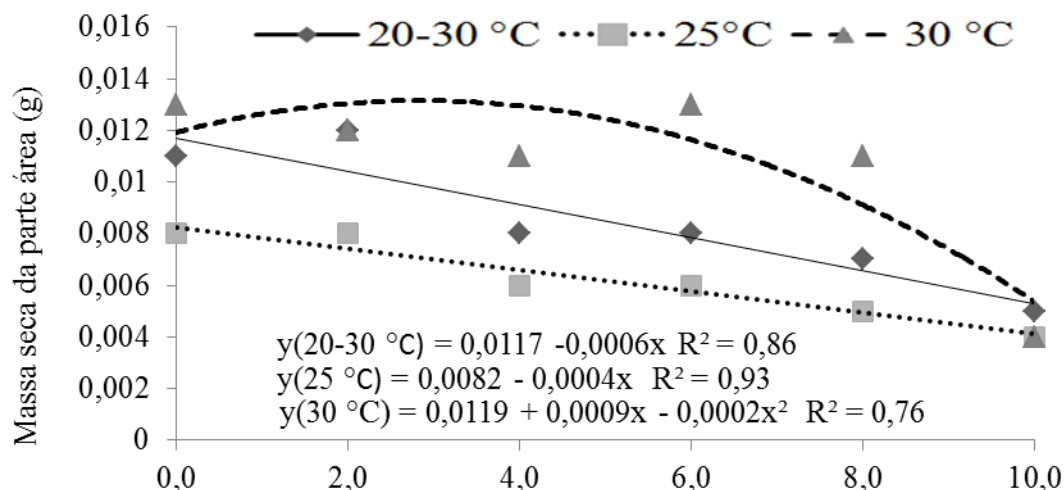


**Figura 19.** Comprimento de raiz primária de plântulas de *Cajanus cajan* oriundas de sementes submetidas ao estresse salino em diferentes temperaturas.

Os resultados obtidos para o comprimento de raiz primária e parte aérea de plântulas de feijão-guandu, neste estudo, foram semelhantes aos de Souza et al. (2010) avaliando o efeito do estresse salino na germinação de sementes e no crescimento inicial de mudas de pinhão-manso (*J. curcas*), no qual os autores observaram que houve redução no crescimento das plântulas quando as sementes foram submetidas à solução de NaCl com condutividade elétrica de 6 dS m<sup>-1</sup>.

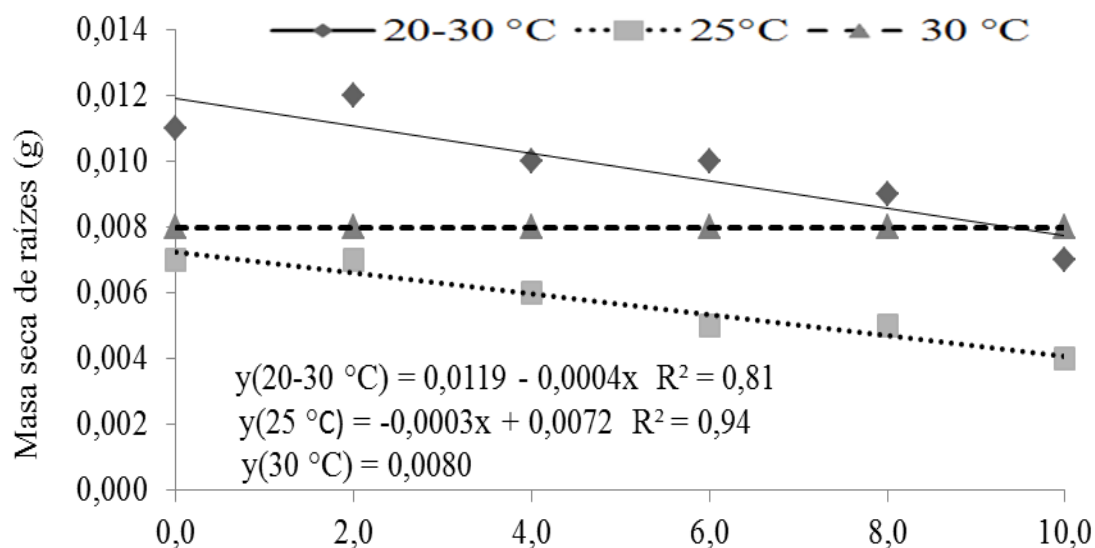
Plantas cultivadas em condição de estresse salino podem ter o crescimento inibido devido aos efeitos tóxicos dos sais absorvidos ou pela baixa capacidade de ajustamento osmótico da cultura, que tendem a diminuir a absorção de água e nutrientes e, consequentemente, o potencial de crescimento e desenvolvimento das plantas é afetado negativamente (ARRUDA et al., 2002).

Quanto à massa seca de parte aérea de plântulas de feijão-guandu houve um ajuste linear para as temperaturas de 20-30 e 25 °C, constatando-se o maior conteúdo de massa seca no nível de salinidade de 2,0 dS m<sup>-1</sup> e no nível 0,0, respectivamente, posteriormente seguidos de uma redução acentuada até o nível de salinidade de 10,0 dS m<sup>-1</sup>. Na temperatura de 30 °C a massa seca foi menos afetada pelos níveis de salinidade testados, proporcionando o maior conteúdo quando comparadas as demais (Figura 20).



**Figura 20.** Massa seca de parte aérea de plântulas de *Cajanus cajan*, oriundas de sementes submetidas ao estresse salino em diferentes temperaturas.

Para os dados referentes ao conteúdo de massa seca das raízes de plântulas de feijão-guandu, houve um ajuste linear para as temperaturas de 20-30 e 25 °C, verificando-se uma redução no conteúdo à medida que o aumentava os níveis de salinidade (Figura 21). A temperatura de 30 °C não se ajustou a nenhum modelo de regressão polinomial testado, obtendo-se média de 0,0080.



**Figura 21.** Massa seca de raízes de plântulas de *Cajanus cajan*, oriundas de sementes submetidas ao estresse salino em diferentes temperaturas.



Assim como para este trabalho o conteúdo de massa seca de plântulas de melancia (*C. lanatus*) com o aumento da condutividade elétrica ocorreram efeitos adversos nas maiores concentrações das soluções salinas na germinação e no desenvolvimento das plântulas (TORRES, 2007).

## 5. Conclusões

O umedecimento do substrato com volumes de água de 2,81 e 3,5 vezes o peso seco do substrato seco nas temperaturas de 30 e 35 °C, respectivamente, é indicado para avaliação da germinação e vigor das sementes de feijão-guandu;

A diminuição dos potenciais osmóticos a partir de -0,2 MPa afeta negativamente a germinação e o vigor das sementes de feijão-guandu, principalmente na temperatura de 20 °C;

O limite crítico abaixo do qual não há germinação é a partir do potencial de -0,6 MPa para todas as temperaturas testadas, sendo os melhores resultados na temperatura de 30 °C;

O aumento nos níveis de salinidade prejudica a germinação e o vigor das sementes de feijão-guandu, principalmente na temperatura de 25 °C.

## 6. Referências Bibliográficas

- ABRUNA, F.; RIVERA, E.; RODRIGUEZ GARCIA, J.A. Crop response to soil acidity factors in Ultisols and Oxisols in Puerto Rico. **The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico**, Río Pedras, v.68, n.4, p.433-443, 1984.
- ALCÂNTARA, P.B.; BUFARAH, G. **Plantas forrageiras: gramíneas & leguminosas**. 4.ed. São Paulo: Nobel, 1988. 162p.
- ALVARENGA, R.C.; COSTA, L.M.; MOURA FILHO, W.; REGAZZI, A.J. Características de alguns adubos verdes de interesse para a conservação e recuperação de solos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.30, n.2, p.175-185, 1995.
- ALVES, S.J.; MEDEIROS, G.B. Leguminosas em renovação de pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSSISTEMAS DE PASTAGENS, 3., 1997, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, 1997. p.251-272.
- AMABILE, R.F.; FANCELLI, A.L.; CARVALHO, A.M. Comportamento de espécies de adubos verdes em diferentes épocas de semeadura e espaçamentos na região dos cerrados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.1, p.47-54, 2000.
- AMARAL, L.I.V., PAULILO, M.T.F. Efeito da luz, temperatura, regulador de crescimento e nitrato de potássio na germinação de *Miconia cinnamomifolia* (DC.) Naudim. **Insula**, Florianópolis, v.21, n.21, p.59-86, 1992.
- AMARO, H.T.R.; DAVID, A.M.S.S.; CANGUSSÚ, L.V.S.; RODRIGUES, B.R.A.; ASSIS, M.O.; VELOSO, C.S. Umedecimento do substrato e temperatura na germinação e vigor de sementes de melão. **Revista Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.35, n.3, p.1119-1130, 2014.
- AMORIM, J.R.A.; FERNANDES, P.D.; GHEYI, H.R.; AZEVEDO, N.C. Efeito da salinidade e modo de aplicação da água de irrigação no crescimento e produção de alho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Londrina, v.37, n.2, p.167-176, 2002.

ARAÚJO FILHO, J.V.; INOMOTO, M.M.; GODOY, R.; FERRAZ, L.C.C.B. Resistência de linhagens de feijão-guandu a *Meloidogyne javanica*. **Nematologia Brasileira**, Piracicaba, v.34, n.2, p.75-81, 2010.

ARAÚJO, P.C.; ALVES, E.U.; URSULINO, M.M.; ARAÚJO, L.R.; SILVA, R.S. Different water volumes in the substrate and temperatures for germination of cabacinha seeds. **Revista Horticultura Brasileira**, Brasília, v.32, n.3, p.367-370, 2014.

ARRUDA, F.P.; ANDRADE, A.P.; SILVA, I.F.; PEREIRA, I.E.; GUIMARÃES, M.A. M. Efeito do estresse hídrico na emissão/ abscisão de estruturas reprodutivas do algodoeiro herbáceo cv. CNPA 7H. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.6, n.1, p.21-27, 2002.

AZEREDO, G.A.; SILVA, B.M.S.; SADER, R.; MATOS, V.P. Umedecimento e substratos para germinação de sementes de repolho. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiás, v.40, n.1, p.77-82, 2010.

AZEVEDO, R.L.; RIBEIRO, G.T.; AZEVEDO, C.L.L. Feijão guandu: uma planta multiuso. **Revista da Fapese**, Aracaju, v.3, n.2, p.81-86, 2007.

BANSAL, R.P.; BHATI, P.R.; SEM, D.N. Differential specificity in water inhibition of Indian arid zone. **Biologia Plantarum**, Praha, v.22, n.2, p.327-331, 1980.

BELTRAME, T.P.; RODRIGUES, E. Comparação de diferentes densidades de feijão guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) na restauração florestal de uma área de reserva legal no Pontal do Paranapanema, SP. **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v.36, n.80, p.317-327, 2008.

BENEDETTI, E. **Leguminosas na produção de ruminantes nos trópicos**. Uberlândia, MG: EDUFU, 2005. 118p.

BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination**. 2.ed. New York: Plenum Press, 1994. 445p.

BLAKE, T.J. Transplanting shock in white spruce: effect of cold storage and root pruning on water relations and stomatal conditioning. **Plant Physiology**, Copenhagen, v.57, n.1, p.210-216, 1983.

BOGDAN, A.V. **Tropical pasture and fodder plants - grasses and legumes**. London and New York, 1977. 475p.

BRACCINI, A.L.; RUIZ, H.A.; BRACCINI, M.C.L.; REIS, M.S. Germinação e vigor de sementes de soja sob estresse hídrico induzido por soluções de cloreto de sódio, manitol e polietilenoglicol. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.18, n.2, p.10-16, 1996.

BRANCALION, P.H.S.; NOVENBRE, A.D.L.C.; RODRIGUES, R.R. Temperatura ótima de germinação de sementes de espécies arbóreas brasileiras. **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v.32, n.4, p.15-21, 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 395p.

BRITO, K.Q.D.; SOUZA, F.G.; DANTAS JUNIOR, G.J.; DEBRITO, K.S.A. Efeito da salinidade na germinação e desenvolvimento inicial da mamona ‘BRS energia’. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v.10, n.4, p.17-20, 2015.

CANNIATTI-BRAZACA, S.G.C.; SALGADO, J.M.; MANCINI FILHO, J.; NOVAES, N.J. Avaliação física, química, bioquímica e agronômica de cultivares de feijão-guandu (*Cajanus cajan* (L) Mill). **Alimentos e Nutrição**, São Paulo, v.7, n.1, p.37-45, 1996.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012. 590p.

CARVALHO, T.C.; SILVA, S.S.; SILVA, R.C.; PANOBIANCO, M.; MÓGOR, Á.F. Influência de bioestimulantes na germinação e desenvolvimento de plântulas de *Phaseolus vulgaris* sob restrição hídrica. **Revista de Ciências Agrárias**, Recife, v.36, n.2, p.199-205, 2013.

COELHO, D.S.; SIMÕES, W.L.; MENDES, A.M.S.; DANTAS, B.F.; RODRIGUES, J.A.S.; SOUZA, M.A. Germinação e crescimento inicial de variedades de sorgo forrageiro submetidas ao estresse salino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.18, n.1, p.25-30, 2014.

CONUS, L.A.; CARDOSO, P.C.; VENTUROSOS, L.R.; SCALON, S.P.Q. Germinação de sementes e vigor de plântulas de milho submetidas ao estresse salino induzido por diferentes sais. **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v.31, n.4, p.67-74, 2009.

CSERESNYES, Z.; VOROVENCI, O. Improved method for *Glycine max* seed germination by improving seed water supply. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.12, n.2, p.679-685, 1984.

FARIAS, L.N. **Feijão guandu adubado com fosfato natural e utilizado como adubo verde para o cultivo de milho em latossolo de cerrado**. 2012. 110f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Mato Grosso, Rondonópolis, 2012.

FERREIRA, D.F. **SISVAR**. Sistema para análise de variância. Lavras: UFL/DEX, 2000, CD-ROM.

FONSECA, N.A.N.; MIZUBUTI, I.Y.; PINHEIRO, J.W.; KHATOUNIAN, C.A.; LAFFRANCHI, A.; SATO, R.Y.; OSTRENSKY, A.; DANIELLIDES, G. Efeito do uso de feijão-guandu cru moído (*Cajanus cajan* (L.) Millsp) sobre o desempenho de poedeiras comerciais. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.16, n.1, p.115-121, 1995.

FURTADO, G.D. **Efeito da salinidade e da temperatura na germinação e vigor de Plântulas de duas cultivares de milho pipoca (*Zea mays* Everta)**. 1998. 66f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Paraíba, Areia, 1998.

GENTIL, D.F.O.; TORRES, S.B. Umedecimento do substrato e germinação de sementes de maxixe (*Cucumis anguria* L.). **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.23, n.2, p.113-116, 2001.

GÓIS, V.A.; TORRES, S.B.; PEREIRA, R.A. Germinação de sementes de maxixe submetidas a estresse salino. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.21, n.4, p.64-67, 2008.

GONÇALVES, E.P.; FRANÇA, P.R.C.; VIANA, J.S.; ALVES, E.U.; GUEDES, R.S.; LIMA, C.R. Umedecimento do substrato e temperatura na germinação de sementes de *Parkia platycephala* Benth. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v.25, n.3, p.563-569, 2015.

GUEDES, R.S.; ALVES, E.U.; GONÇALVES, E.P.; VIANA, S.J.; FRANÇAS, P.R.C.; LIMA, C.R. Umedecimento do substrato e temperatura na germinação e vigor de sementes *Amburana cearensis* (All.) A.C. Smith. **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v.32, n.3, p.116-122, 2010.

JACINTO, J.T.D.; BENETT, K.S.S.; BENETT, C.G.S. Influência do substrato e do teor de água sobre a germinação de sementes de soja. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia, v.1, n.1, p.97-102, 2014.

KAPPES, C.; ANDRADE, J.A.C.; HAGA, K.I.; FERREIRA, J.P.; VALENTINI, M. Germinação, vigor de sementes e crescimento de plântulas de milho sob condições de déficit hídrico. **Revista Scientia Agraria**, Curitiba, v.11, n.2, p.125-134, 2010.

LARCHER, W. **Physiological plant ecology**: ecophysiology and stress physiology of functional groups. Berlin: Springer, 2003. 533p.

LIMA, B.G.; TORRES, S.B. Estresses hídrico e salino na germinação de sementes de *Zizyphus joazeiro* Mart. (Rhamnaceae). **Revista Caatinga**, Mossoró, v.22, n.4, p.93-99, 2009.

MAGUIRE, J.D. Speed of germination aid in selection and evaluation of seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madson, v.2, n.2, p.176-177, 1962.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: FEALQ, 2005. 495p.

MARCOS FILHO, J.; CICERO, S.M.; SILVA, W.R. **Avaliação da qualidade das sementes**. Piracicaba: FEALQ, 1987. 230p.

MEDEIROS, D.S.; ALVES, E.U.; SENA D.V.A.; SILVA, E.O.; ARAÚJO, L.R. Desempenho fisiológico de sementes de gergelim submetidas a estresse hídrico em diferentes temperaturas. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.36, n.5, p.3069-3076, 2015.

MENESES, C.H.S.G.; BRUNO, R.L.A.; FERNANDES, P.D.; PEREIRA, W.E.; LIMA, L.H.G.M.; LIMA, M.M.A.; VIDA, M.S. Germination of cotton cultivar seeds under water

stress induced by polyethyleneglycol-6000. **Scientia Agricola**, São Paulo, v.68, n.2, p.131-138, 2011.

MENEZES, N.L.; SILVEIRA, T.L.D.; STORCK, L. Efeito do nível de umedecimento do substrato sobre a germinação de cucurbitáceas. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v.23, n.2, p.157-160, 1993.

MIZUBUTI, I.Y.; FONSECA, N.A.N.; PINHEIRO, J.W.; MOTTER, A.A.; VAN DIJK, J.M.; GOIS, R.M.; ELEUTÉRIO, F.B. Efeito da utilização de feijão-guandu cru moído (*Cajanus cajan* (L.) Millsp) sobre o desempenho de frango de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.24, n.4, p.5910-598, 1995.

MORANDO, R.; SILVA, A.O.; CARVALHO, L.C.; PINHEIRO, M.M.A. Déficit hídrico: efeito sobre a cultura da soja. **Journal of Agronomic Sciences**, Maringá, v.3, n. especial, p.114-129, 2014.

MOTERLE, L.M.; LOPES, F.C.; BRACCINI, A.L.; SCAPIM, C.A. Germinação de sementes e crescimento de plântulas de cultivares de milho-pipoca submetidas ao estresse hídrico e salino. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.28, n.3, p.169-176, 2006.

NENÊ, Y.L.; SHEILA, V.K. **Pigeonpea**: geography and importance. In: NENE, Y.L.; HALL, S.D.; SHEILA, V.K. (Eds.). **The pigeonpea**. Cambridge: CAB International/ICRISAT, 1990. p.1-14.

NOVEMBRE, A.D.L.C.; MARCOS FILHO, J. Estudo da metodologia para condução do teste de germinação em sementes de algodão deslintadas mecanicamente. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v.21, n.2, p.187-193, 1999.

OLIVEIRA JUNIOR, J.L.; ALMEIDA NETA, M.N.; DAVID, A.M.S.S.; AGUIAR, A.C.M.; GOMES, A.G.O.; AMARO, H.T.R.; DONATO, L.M.S. Umedecimento do substrato e temperatura na germinação e vigor de sementes de pitaya. **Revista Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v.6, n.3, p.282-290, 2015.

OLIVEIRA, A.B.; GOMES-FILHO, E. Germinação e vigor de sementes de sorgo forrageiro sob estresse hídrico e salino. **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v.31, n.3, p.48-56, 2009.



OLIVEIRA, O. **Tecnologia de sementes florestais**. Curitiba: Imprensa Universitária, 2007. 185 p.

PALUDO, A.; SANTOS, N.F.; MOREIRA, T.S.O.; OLIVEIRA, W.L.; SILVA, M.A.P. Feijão guandu em três alturas de corte na alimentação de ruminantes. **Revista Eletrônica Nutritime**, Viçosa, v.9, n.5, p.1981-1994, 2012.

PELEGRINI, L.L.; BORCIONI, E.; NOGUEIRA, A.C.; KOEHLER, H.S.; QUIORIN, M.G.G. Efeito do estresse hídrico simulado com NaCl, manitol e PEG (6000) na germinação de sementes de *Erythrina falcata* Benth. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v.23, n.2, p.511-519, 2013.

PEREIRA, J. **O feijão guandu: uma opção para a agropecuária brasileira**. Planaltina: EMBRAPA, 1985. 27p. (EMBRAPA-CPAC - Circular Técnico, 20).

PEREZ, S.C.J.G.A.; FANTI, S.C.; CASALI, C.A. Temperature limits and thermal stress on seed germination of *Peltophorum dubium* (Spreng) Taubert. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.20, n.1, p.134-142, 1998.

PIRES, R.M.O. **Ação protetora do óxido nítrico em sementes de gergelim (*sesamum indicum* L.) submetidas a diferentes condições de estresse**. 2014. 87f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais.

PONS, L. **Pigeonpea may fill seasonal forage gap**. ARS News Service, Agricultural Research Service, 2002. Disponível em: <http://www.ars.usda.gov/is/pr/2002/020808.htm>>. Acesso em: 27 de janeiro de 2016.

PONTE, L.F.A.; FERREIRA, O.S.; ALVES, F.A.L.; FERREIRA-SILVA, L.S.; PEREIRA, V.L.A.; SILVEIRA, J.A.G. Variabilidade de indicadores fisiológicos de resistência à salinidade entre genótipos de cajueiro-anão e gigante. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, n.1, p.1-8, 2011.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1985. 289p.

PRISCO, J.T. Alguns aspectos da fisiologia do estresse salino. *Revista Brasileira Botânica*, São Paulo, v.3, n.1/2, p.85-94, 1980. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.3, n.1, p.85-94, 1980.

RAMOS, M.B.P.; VARELA, V.P.; MELO, M.F.F. Influência da temperatura e da quantidade de água no substrato sobre a germinação de sementes de *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urban (pau-de-balsa). **Revista Acta Amazonica**, Manaus, v.36, n.1, p.103-106, 2006.

RAYOL, B.P.; ALVINO-RAYOL, F.O. Uso de feijão guandú (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) para adubação verde e manejo agroecológico de plantas espontâneas em reflorestamento no estado do Pará. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Pelotas, v.7, n.1, p.104-110 2012.

RICHARDS, L.A. **Diagnóstico y rehabilitacion de suelos salinos y sádicos**. México: Departamento de Agricultura de los Estados Unidos de América. 1954, 172p. (Manual de agricultura, 60).

RODRIGUES, A.A.; SANTOS, P.M.; GODOY, R.; NUSSIO, C.M.B. **Utilização de guandu na alimentação de novilhas leiteiras**. São Carlos: EMBRAPA Pecuária Sudeste, 2004. 8p. (Circular Técnica n. 34). Disponível em: <[http://www.cppse.embrapa.br/sites/default/files/principal/publicacao/Circular\\_34\\_0.pdf](http://www.cppse.embrapa.br/sites/default/files/principal/publicacao/Circular_34_0.pdf)>. Acesso em: 13 fev. 2016.

ROSA, D.C.J.; SOARES, J.S.; MORENO, L.B.; MICHELS, G.M.; C.S.R.; SCALON, S.P.Q.; ROSA, Y.B.C.J. Germinação de *Salvia splendens* L. submetida à salinidade. **Advances in Ornamental Horticulture and Landscaping**, Jundiaí, v.21, n.1, p.105-112, 2015.

ROSA, L.S.; FELIPPI, M.; NOGUEIRA, A.C.; GROSSI, F. Avaliação da germinação sob diferentes potenciais osmóticos e caracterização morfológica da semente e plântula de *Ateleia glazioviana* Baill (timbó). **Revista Cerne**, Lavras, v.11, n.3, p.306-314, 2005.

SANTOS, A.; SCALON, S.P.Q.; MASETTP, T.E.; NUNES, D.P. Disponibilidades hídricas do substrato na qualidade fisiológica de sementes de canola com diferentes teores de água. **Revista Agrarian**, Dourados, v.5, n.18, p.356-364, 2012.

SANTOS, C.A.F. **Guandu Petrolina**: opção na produção de grãos para a agricultura familiar. Petrolina EMBRAPA/CPATSA, 2000. 6p. (Instruções Técnicas, 46).

SANTOS, C.M. Efeito do estresse salino e hídrico na germinação e vigor de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.14, n.2, p.189-194, 1992.

SEIFFERT, N.F.; THIAGO, L.R.L.S. **Legumineira cultura forrageira para produção de proteína: guandu (*Cajanus cajan*)**. EMBRAPA-CNPQC, 1983. 52p. (Circular Técnica 13).

SEKITA, M.C. **Efeito do nitroprussiato de sódio na germinação de sementes de ervilha (*Pisum sativum* L.)**. 2013. 81f. Tese (Doutorado Fisiologia Vegetal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013.

SILVA JUNIOR, J.F.; KLAR, A.E.; TANAKA, A.A.; FREITAS E SILVA, I.P.; CARDOSO, A.E.I. Tomato seeds vigor under water or salt stress. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, São Paulo, v.8, n.1, p.65-72, 2014.

SILVA, D.; PRUSKI, F.F. **Recursos hídricos e desenvolvimento sustentável da agricultura**. Viçosa: UFV, 1997. 252p.

SILVA, H.P.; NEVES, J.M.G.; BRANDAO JUNIOR, D.S.; COSTA, C.A.; Quantidade de água do substrato na germinação e vigor de sementes de pinhão-mansão. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.21, n.5, p.178-184, 2008.

SILVA, J.B.; RODRIGUES, T.J.D.; VIEIRA, R.D. Desempenho de sementes de soja submetidas a diferentes potenciais osmóticos em polietilenoglicol. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v.36, n.5, p.1634-1637, 2006.

SOUSA, F.H.M.; PATRIOTA, J.N.; FERREIRA JÚNIOR. D.F.; OLIVEIRA, L.M.; SOUZA, P.B. Umedecimento do substrato, temperatura na germinação e vigor de sementes de *Bixa orellana* L. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v.10, n.2, p.199-205, 2015.

SOUSA, G.M.; CARDOSO, V.J.M. Effects of different environmental stress on seed germination. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.28, n.3, p.621-630, 2000.

SOUZA, A.Y.; PEREIRA, A.L.; SILVA, F.F.S.; RIBEIRO-REIS, R.C.; EVANGELISTA, M.R.V.; CASTRO, R.D.; DANTAS, B.F. Efeito da salinidade na germinação de sementes

e crescimento inicial de mudas de pinhão-manso. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.32, n.2, p.83-92, 2010.

SOUZA, F.H.D.; FRIGERI, T.; MOREIRA, A.; GODOY, A. **Produção de sementes de guandu**. EMBRAPA Pecuária Sudeste, São Carlos, 2007. n.69, 68p. (Documentos). Disponível em: <<http://www.cppse.embrapa.br/sites/default/files/principal/publicacao/Documentos69.pdf>>. Acesso em: 13 fev. 2016.

STEFANELLO, R.; GARCIA, D.C.; MENEZES, N.L.; MUNIZ, M.F.B.; WRASSE, C.F. Efeito da luz, temperatura e estresse hídrico no potencial fisiológico de sementes de funcho. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.28, n.2, p.135-141, 2006.

STEFANELLO, S.; CHRISTOFFOLI, P.; FRANTZ, G.; ROCHA, A.C.S.; SILVA, J.M.; STEFANELLO, R.; SCHUELTER, A.R. Germinação de sementes armazenadas de cubiu sob diferentes condições de luz. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.9, n.3, p.363-367, 2008.

TANAKA, M.A.S.; MARIANO, M.I.A.; LEÃO, N.V.M. Influência da quantidade de água no substrato sobre a germinação de sementes de amendoim. **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v.13, n.1, p.73-76, 1991.

TEXEIRA, R.N.; TOLEDO, M.Z.; FERREIRA, G.; CAVARIANI, C.; JASPER, S.P. Germinação e vigor de sementes de crambe sob estresse hídrico. **Revista Irriga**, Botucatu, v.16, n.1, p.42-51, 2011.

TORRES, S. B. Germinação e desenvolvimento de plântulas de melancia em função da salinidade. **Revista Brasileira de Sementes**, Lavras, v.29, n.3, p.77-82. 2007.

VALE, L.S.; SEVERINO, L.S.; BELTRÃO, N.E.M. Efeito da salinidade da água sobre o pinhão-manso. In: CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DO BIODIESEL, 1., 2006, Brasília. **Anais...** Brasília: IBPS, 2006. p.87-90.

VAN Der MOEZEL, P.G.; BELL, D.T. The effect of salinity on the germination of some Western Australian *Eucalyptus* and *Melaleuca species*. **Seed Science and Technology**, Zürich, v.15, n.1, p.239-246, 1987.

VARELA, V.P.; RAMOS, M.B.P.; MELO, M.F.F. Umedecimento do substrato e temperatura na germinação de sementes de angelim-pedra (*Dinizia excelsa* Ducke). **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.27, n.2, p.130-135, 2005.

VAZ-DE-MELO, A.; SANTOS, L.D.T.; FINOTO, E.L.; DIAS, D.C.F.S.; ALVARENGA, E.M. germinação e vigor de sementes de milho-pipoca submetidas ao estresse térmico e hídrico. **Revista Bioscience Journal**, Uberlândia, v.28, n.5, p.687-695, 2012.

VICENTE, M.; NORONHA, A.; SILBERSCHMIDT, K. Substrate moisture levels for germination testing of some agricultural seeds. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v.41, n.4, p.633-639, 1969.

VILLELA, F.A.; DONI FILHO, L.; SEQUEIRA, L.L. Tabela de potencial osmótico em função da concentração de polietileno glicol 6000 e da temperatura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.26, n.12, p.1957-1968, 1991.

WERNER, J.C. O potencial do guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.) como planta forrageira. **Zootecnia**, Nova Odessa, v.17, n.2, p.73-100, 1979.

WUTKE, E.B. **Caracterização fenológica e avaliação agronômica de genótipos de guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp.)**. 1987. 164f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1987.

YAMAGUCHI, T.; BLUMWALD, E. Developing salt-tolerant crop plants: challenges and opportunities. **Trends in Plant Science**, Berkeley, v.10, n.12, p.615-620, 2005.